



## **TUGAS AKHIR TERAPAN - RC145501**

**PERENCANAAN PENINGKATAN RUAS JALAN PADA JALAN LINGKAR TIMUR KABUPATEN SIDOARJO, JAWA TIMUR DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU PADA STA 4+650 S.D 7+650**

**Disusun Oleh :**

**BAGAS BAMASKA  
NRP. 10111500000002**

**DANAR BERLIANANDO  
NRP. 10111500000003**

**Dosen Pembimbing :  
Ir. Sulchan Arifin, M.Eng  
NIP. 195711191985031001**

**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**



**TUGAS AKHIR TERAPAN - RC145501**

**PERENCANAAN PENINGKATAN RUAS JALAN PADA JALAN LINGKAR TIMUR KABUPATEN SIDOARJO, JAWA TIMUR DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU PADA STA 4+650 S.D 7+650**

**Disusun Oleh :**

**BAGAS BAMASKA  
NRP. 10111500000002**

**DANAR BERLIANANDO  
NRP. 10111500000003**

**Dosen Pembimbing :  
Ir. Sulchan Arifin, M.Eng  
NIP. 195711191985031001**

**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**



**FINAL APPLIED PROJECT – RC k 145501**

**PLANNING OF ROAD IMPROVEMENT ON EAST RING ROAD  
DISTRICT OF SIDOARJO, EAST JAVA BY USING RIGID PAVEMENT  
ON STA 4 + 650 S.D 7 + 650**

**BAGAS BAMASKA  
NRP. 10111500000002**

**DANAR BERLIANANDO  
NRP. 10111500000003**

**COUNSELLOR LECTURER  
Ir. Sulchan Arifin, M.Eng  
NIP. 195711191985031001**

**CIVIL INFRASTRUCTURES ENGINEERING DEPARTMENT  
VOCATIONAL FACULTY OF ITS  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUT OF TECHNOLOGY  
SURABAYA 2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERENCANAAN PENINGKATAN RUAS JALAN PADA  
JALAN LINGKAR TIMUR KABUPATEN SIDOARJO,  
JAWA TIMUR DENGAN MENGGUNAKAN  
PERKERASAN KAKU PADA STA 4+650 S.D 7+650**

Disusun untuk mengusulkan gagasan tugas akhir  
terapan sebagai salah satu syarat kelulusan pada  
Program Studi Diploma Teknik Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

**Surabaya, 14 Juli 2018**

**Disusun Oleh :**

**Mahasiswa I**



**Bagus Bamaska**

**NRP 10111500000002**

**Mahasiswa II**



**Danar Berlianando**

**NRP 10111500000003**

**Mengetahui,**

**Dosen Pembimbing**



**Ir. SUCCHAN ARIFIN, M.Eng**

**NIP. 1957111791985031001**

**16 JUL 2018**





**BERITA ACARA**  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :  
041523/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018

Tanggal : 3 Juli 2018

Judul Tugas Akhir Terapan	Perencanaan Peningkatan Ruas Jalan Pada Jalan Lingkar Timur Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur Dengan Menggunakan Perkerasan Kaku Pada STA 4+650 S/D STA 7+650		
Nama Mahasiswa	Bagas Bamaska	NRP	10111500000002
Nama Mahasiswa	Danar Berlianando	NRP	10111500000003
Dosen Pembimbing 1	Ir. Sulchan Arifin, M. Eng NIP 195711191985031001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Abstract, dimana dan dimana perlu harus sejalan. Buat di kesimpulan.</li><li>• Tabel di cek penerapannya. Supaya no. 1/2 revisi.</li><li>• Dik. Sajian juga perlu di buat.</li><li>• Gbr. pot. kemiringan drainase.</li><li>• Detail gbr di pelebaran &amp; pele. lebar existing.</li><li>• Analisis Harga satuan di RAB dibuat ulang sesuai peraturannya.</li><li>• Isi penyempurnaan.</li><li>• Kesimpulan Rancangan di bagian R. yang ada.</li></ul> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p></p> <p>Ir. Sulchan Arifin, M. Eng NIP 195711191985031001</p> <p></p> <p>Amalia Firdaus M. ST. MT NIP 197702182005012002</p> <p></p> <p>Ir. Djoko Sulistiono, MT NIP 19540021985121001</p> <p>NIP -</p>

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Ir. Sulchan Arifin, M. Eng NIP 195711191985031001	Amalia Firdaus M. ST. MT NIP 197702182005012002	Ir. Djoko Sulistiono, MT NIP 19540021985121001	NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjiilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	Ir. Sulchan Arifin, M. Eng NIP 195711191985031001	NIP -



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025  
<http://www.dipgramasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 BAGAS BAMASKA 2 DANAR BERLIANANDO  
NRP : 1 101150000002 2 101150000003  
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Peningkatan Ruas Jalan Lingkar Timur  
Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur dengan menggunakan Perkerasan batu  
Dosen Pembimbing : Ir. Sulchan Arifin, M.Eng

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	1-03-2018	Membuat Daftar Isi dan pendahuluan		B	C	K
		Diketahui dan disetujui		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	15-03-2018	Mewawakili di set ulang		B	C	K
		Slip tidak sama dengan Bab II		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Indikator pengumpulan				
		Ran di				
	20-03-2018	Data LHR bisa diambil		B	C	K
		dan gbr bisa di proses		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	19-04-2018	Evaluasi Data LHR		B	C	K
		di analisis Data awal		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Kurs dan rerun long				
		itud cross				
	3/5-2018	Evaluasi CAR kep.		B	C	K
		Pada buku cara kerja		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		atau Data				

Ket.

B = Lebih cepat dari jadwal  
C = Sesuai dengan jadwal  
K = Tertambat dan jadwal

4/5 - 2018 - A.R. Haniyannah

**PERENCANAAN PENINGKATAN RUAS JALAN  
PADA JALAN LINGKAR TIMUR KABUPATEN  
SIDOARJO, JAWA TIMUR  
DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU  
PADA STA 4+650 S.D 7+650**

**Nama Mahasiswa I : Bagas Bamaska**  
**NRP : 10111500000002**  
**Nama Mahasiswa II : Danar Berlianando**  
**NRP : 10111500000003**  
**Dosen Pembimbing : Ir. Sulchan Arifin, M.Eng**  
**NIP : 195711191985031001**

**ABSTRAK**

*Pertumbuhan penduduk serta kemajuan pembangunan yang sangat pesat mengakibatkan meningkatnya lalu lintas di Kabupaten Sidoarjo. Sehingga diperlukan penambahan ataupun pelebaran jalan, salah satu contohnya adalah di Jalan Lingkar Timur Sidoarjo. Jalan ini sering kali mengalami kerusakan karena besarnya volume kendaraan berat yang ada tetapi tidak didukung oleh kekuatan jalan. Pada Perencanaan Peningkatan Ruas Jalan Pada jalan Lingkar Timur Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur dengan Menggunakan Perkerasan Kaku Pada STA 4+650 sampai dengan 7+650 direncanakan dengan desain umur rencana (UR) 20 tahun. Permasalahan yang dihadapi adalah pembebasan lahan serta pengalihan lalu lintas kendaraan berat yang padat.*

*Perencanaan peningkatan jalan ini direncanakan dengan menggunakan perkerasan kaku tipe Beton semen Bersambung Tanpa Tulangan. Metode yang digunakan pada*

*perencanaan jalan ini meliputi analisa kapasitas jalan menggunakan MKJI tahun 1997, perhitungan perkerasan kaku menggunakan petunjuk perencanaan tebal perkerasan kaku jalan (PdT - 14 - 2003). Perhitungan perencanaan drainase menggunakan pedoman tata cara perencanaan drainase permukaan jalan SNI 03 - 3424- 1994. Perhitungan rencana anggaran biaya dilakukan sesuai dengan analisa harga satuan pokok tahun 2016, pembaruan III.*

*Hasil analisa geometrik yang dilakukan, bahwa pada lengkung horizontal pada setiap tikungan mempunyai jari-jari yang lebih kecil dari jari-jari minimum sehingga perlu adanya desain ulang. Perencanaan peningkatan Jalan Lingkar Timur Sidoarjo menggunakan perkerasan kaku tipe Beton semen Bersambung Tanpa Tulangan, dengan mutu beton K-350 untuk lapisan perkerasan kaku, setebal 30 cm. Sambungan yang digunakan berupa Tie bar dengan diameter 19 mm dan panjang 780 mm untuk sambungan memanjang dan Dowel dengan diameter 38 mm dengan panjang 450 mm untuk sambungan melintang, tanpa ruji. Perencanaan saluran tepi drainase menggunakan U-ditch berukuran 140 cm x 140 cm. Hasil perhitungan analisa kapasitas jalan yang direncanakan adalah 4/2UD dengan lebar 3,5 m per lajur dan diperoleh nilai DS sebesar 0.64 hingga tahun 2039. Hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya diperlukan sebesar Rp 73.154.544.445,11 (terbilang : Tujuh Puluh Tiga Milyar Seratus Lima Puluh Empat Juta Lima Ratus Empat Puluh Empat Ribu Empat Ratus Empat Puluh Lima koma Sebelas Rupiah).*

**Kata Kunci : Lingkar Timur, Perkerasan Kaku, Sidoarjo, STA 4+650 , STA 7+650**

**PLANNING OF ROAD IMPROVEMENT ON EAST  
RING ROAD DISTRICT OF SIDOARJO, EAST JAVA  
BY USING RIGID PAVEMENT ON STA 4 + 650 S.D 7  
+ 650**

**Student Name 1 : Bagas Bamaska**  
**NRP : 10111500000002**  
**Student Name II : Danar Berlianando**  
**NRP : 10111500000003**  
**Dosen Pembimbing : Ir. Sulchan Arifin, M.Eng**  
**NIP : 195711191985031001**

**ABSTRACT**

*Population growth and rapid development progress resulted in increased traffic in Sidoarjo regency. So that required addition or widening of road, one example is in East Ring Road Sidoarjo. This road is often damaged by the large volume of existing vehicles but is not supported by the power of the road. On Road Enhancement Planning On East Ring Road of Sidoarjo Regency, East Java Using Rigid Pavement At STA 4 + 650 up to 7 + 650 is planned with 20 years design life plan (UR). Problems encountered are land acquisition and heavy traffic diversion of heavy vehicles.*

*Planning improvement of East Ring Road of Sidoarjo is planned by using a rigid pavement type Concrete cement Concrete Without Reinforcement. The methods used in this road planning include road capacity analysis using MKJI 1997, rigid pavement calculations using the rigid pavement thickness planning guidelines PdT - 14 - 2003). Calculation of drainage*

*planning using guideline of drainage road planning procedure SNI 03 - 3424 - 1994. The calculation of cost budget plan is done in accordance with the analysis of unit price of 2016, renewal III.*

*The result of geometric analysis is done, that at the horizontal curve at each bend has radius smaller than the minimum radius so that there is need of redesign. Planning improvement of East Ring Road of Sidoarjo using rigid pavement type Concrete cement Continue Without Reinforcement, with K-350 concrete quality for rigid pavement layer, as thick as 30 cm. The connection used is a Tie bar with a diameter of 19 mm and a length of 780 mm for longitudinal connections and Dowel with a diameter of 38 mm with a length of 450 mm for transverse, untraceable joints. Drainage drainage channel planning using U-ditch measuring 140 cm x 140 cm. The result of calculation of planned road capacity analysis is 4 / 2UD with width 3.5 m per lane and obtained DS value equal to 0.64 until 2039. The calculation result of Budget Plan is required equal to Rp 73.154.544.445,11 (calculated: Seventy Three Billion Hundred Fifty Four Million Five Hundred Forty Four Four Thirty Four Hundred and Fifty Five Comma Eleven Rupiahs).*

***Keywords : Ring Road, Rigid Pavement, Sidoarjo, STA+4650, STA 7+650***

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya Tugas Akhir kami yang berjudul **“PERENCANAAN PENINGKATAN RUAS JALAN PADA JALAN LINGKAR TIMUR KABUPATEN SIDOARJO JAWA TIMUR DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU PADA STA 4+650 SAMPAI STA 7+650”** dapat tersusun serta terselesaikan dengan baik sehingga kami dapat melakukan presentasi pada Sidang Tugas Akhir.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan ini agar penulis dapat memahami serta mengetahui langkah kerja dalam pekerjaan perencanaan jalan.

Tersusunnya Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan dari beberapa pihak terkait, oleh karena itu kami ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Sulchan Arifin, M.Eng selaku dosen pembimbing kami, yang senantiasa membimbing dan mengarahkan kami sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Orang tua serta keluarga kami yang telah memberikan doa serta dorongan materiil yang tak terhingga.
3. Dinas PU dan PR serta DISHUB Kabupaten Sidoarjo yang telah memberikan data.
4. Rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga nantinya Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca pada umumnya. Penulis menyadari bahwa

masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisan Tugas Akhir ini, oleh karena itu masukan berupa kritik dan saran yang membangun sangatlah kami harapkan dari seluruh pihak.

Surabaya, Juni 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah.....	3
1.4    Tujuan.....	3
1.5    Manfaat.....	4
1.6    Peta Lokasi .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1    Analisa Kapasitas .....	7
2.1.1    Kapasitas Dasar .....	7
2.1.2    Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan .....	7
2.1.3    Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw) .....	8
2.1.4    Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC <sub>SPB</sub> ).....	9
2.1.5    Derajat Kejenuhan.....	10
2.2    Kontrol Geometrik .....	10
2.2.1    Jarak Pandang.....	11

2.2.2	Penampang Melintang .....	14
2.2.3	Alinyemen Horizontal .....	15
2.2.4	Alinyemen Vertikal .....	22
2.3	Perencanaan Perkerasan Kaku.....	24
2.3.1	Struktur dan Jenis Perkerasan.....	26
2.3.2	Persyaratan Teknis.....	27
2.3.3	Beton Semen.....	30
2.3.4	Penentuan Besaran Rencana .....	31
2.3.5	Perencanaan Sambungan .....	34
2.3.6	Prosedur Perencanaan.....	38
2.3.7	Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) .....	45
2.4	Perencanaan Drainase untuk Saluran Tepi .....	46
2.4.1	Analisa Data Hidrologi.....	48
2.5	Metode Pelaksanaan .....	56
2.5.1	Umum .....	56
2.5.2	Pekerjaan Mobilisasi dan Demobilisasi.....	56
2.5.3	Pekerjaan Tanah .....	57
2.5.4	Pekerjaan Drainase .....	57
2.5.5	Pekerjaan Perkerasan.....	58
2.5.6	Rencana Anggaran Biaya .....	58
2.6.1	Umum .....	58
2.6.2	Volume Pekerjaan.....	59
2.6.3	Analisa Harga Satuan Pekerjaan.....	59

BAB III METODOLOGI .....	61
3.1    Umum.....	61
3.2    Persiapan .....	61
3.3    Pengumpulan Data .....	61
3.3.1    Data Primer.....	61
3.3.2    Data Sekunder .....	62
3.4    Bagan Alir Metodologi.....	62
3.5    Flowchart Perkerasan Kaku.....	65
3.6    Analisis Pengolahan Data.....	65
3.6.1    Perencanaan Geometrik Jalan.....	65
3.6.2    Perencanaan Pelebaran Jalan.....	66
3.6.3    Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan .....	66
3.6.4    Perencanaan Drainase.....	66
3.6.5    Gambar Perencanaan.....	66
3.6.6    Metode Pelaksanaan .....	66
3.6.7    Rencana Anggaran Biaya .....	67
3.6.8    Kesimpulan dan Saran.....	67
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....	69
4.1    Umum.....	69
4.2    Pengumpulan Data .....	69
4.2.1    Peta Lokasi .....	69
4.2.2    Data Geometrik Jalan .....	70
4.2.3    Data CBR Tanah Asli.....	70
4.2.4    Data Lalu Lintas Harian .....	71

4.2.5	Data Curah Hujan .....	75
4.2.6	Data Gambar Long Section dan Cross Section....	76
4.3	Pengolahan Data.....	76
4.3.1	Data CBR.....	76
4.3.2	Data Lalu Lintas LHR .....	78
BAB V ANALISA PERHITUNGAN .....		83
5.1	Analisa Data Lalu Lintas .....	83
5.1.1	Data Lalu Lintas LHR .....	83
5.1.2	Menentukan Nilai Kapasitas (C) .....	85
5.1.3	Menentukan Derajat Kejenuhan (DS) .....	86
5.2	Kontrol Geometrik Jalan .....	88
5.2.1	Alinyemen Horizontal .....	88
5.2.2	Alinyemen Vertikal .....	93
5.3	Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku.....	100
5.3.1	Perhitungan Distribusi Beban Sumbu Kendaraan 101	
5.3.2	Analisa CBR.....	105
5.3.3	Pondasi Bawah .....	107
5.3.4	Beton Semen.....	108
5.3.5	Umur Rencana .....	108
5.3.6	Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga Per Hari Pada Saat Jalan Dibuka (JSKNH) .....	108
5.3.7	Faktor Pertumbuhan Kumulatif (R).....	109
5.3.8	Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi (C) .....	109

5.3.9	Perhitungan Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga Selama Umur Rencana (JSKN) .....	110
5.3.10	Perhitungan Repetisi Sumbu yang Terjadi .....	110
5.3.11	Faktor Keamanan Beban .....	112
5.3.12	Perhitungan Tebal Pelat Beton .....	113
5.3.13	Perhitungan Sambungan .....	124
5.4	Perencanaan Drainase .....	126
5.4.1	Stasiun Daerah Tangkapan Hujan dan Curah Hujan Maksimum .....	126
5.4.2	Perhitungan Tc Pada Jalan Lingkar Timur Sidoarjo 130	
5.5	Metode Pelaksanaan .....	136
5.5.1	Pekerjaan Pendahuluan .....	136
5.5.2	Pekerjaan Tanah .....	140
5.6	Rencana Anggaran Biaya .....	149
5.6.1	Perhitungan Volume Pekerjaan .....	149
5.6.2	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya .....	156
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....		181
6.1	Kesimpulan .....	181
6.2	Saran .....	182
DAFTAR PUSTAKA .....		184
LAMPIRAN .....		185

***(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)***

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Kabupaten Sidoarjo .....	4
Gambar 1. 2 Jalan Lingkar Timur Sidoarjo.....	5
Gambar 2. 1 Jarak Pandang Mendahului.....	13
Gambar 2. 2 Potongan Melintang Jalan .....	15
Gambar 2. 3 Lengkung Full Circle.....	17
Gambar 2. 4 Lengkung Spiral-Circle-Spiral .....	19
Gambar 2. 5 Lengkung Spiral-Spiral .....	21
Gambar 2. 6 Detail Perkerasan Kaku .....	25
Gambar 2. 7 CBR Tanah Dasar Rencana .....	28
Gambar 2. 8 CBR Tanah Efektif.....	29
Gambar 2. 9 Detail Tie Bar .....	35
Gambar 2. 10 Detail Sambungan dengan Dibentuk saat Pengecoran .....	37
Gambar 2. 11 Detail Sambungan dengan Menggergaji.....	37
Gambar 2. 12 Grafik Rasio Tegangan.....	43
Gambar 2. 13 Grafik Faktor Erosi.....	44
Gambar 2. 14 Detail Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan.....	46
Gambar 4. 1 Grafik CBR Tanah Dasar 90% .....	77
Gambar 5. 1 Hubungan Nilai CBR Tanah Dasar terhadap Jumlah Repetisi Sumbu .....	106
Gambar 5. 2 Hubungan antara Nilai CBR Tanah Dasar dengan CBR Tanah Dasar Efektif.....	107
Gambar 5. 3 Faktor Rasio Tegangan STRT .....	118
Gambar 5. 4 Faktor Rasio Tegangan STRG.....	119

Gambar 5. 5 Faktor Rasio Tegangan STdRG .....120

Gambar 5. 6 Faktor Erosi STRT.....121

Gambar 5. 7 Faktor Erosi STRG .....122

Gambar 5. 8 Faktor Erosi STdRG .....123

Gambar 5. 9 Detail Sambungan Dowel dan Tie Bar .....126



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kapasitas Dasar (Co) Jalan Luar Kota .....	7
Tabel 2. 2 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur.....	8
Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah...	9
Tabel 2. 4 Jarak Henti Minimum.....	12
Tabel 2. 5 Jarak Pandang Mendahului Minimum .....	13
Tabel 2. 6 Jarak Pandang Henti Minimum.....	24
Tabel 2. 7 Jarak Pandang Mendahului Minimum .....	24
Tabel 2. 8 Koefisien Distribusi.....	32
Tabel 2. 9 Faktor Keamanan Beban .....	34
Tabel 2. 10 Uraian Kegiatan.....	40
Tabel 2. 11 Faktor Erosi .....	42
Tabel 2. 12 Kemiringan Melintang terhadap Jenis Lapisan Permukaan .....	47
Tabel 2. 13 Hubungan Kemiringan Selokan Samping .....	47
Tabel 2. 14 Periode Ulang hujan .....	49
Tabel 2. 15 Nilai $Y_n$ .....	50
Tabel 2. 16 Nilai $S_n$ .....	50
Tabel 2. 17 Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan .....	52
Tabel 2. 18 Kecepatan Aliran yang Diizinkan .....	52
Tabel 2. 19 Kemiringan Melintang Normal .....	55
Tabel 4. 1 Data Eksisting Jalan .....	70
Tabel 4. 2 Data CBR Tanah Asli.....	71
Tabel 4. 3 Data Lalu Lintas 2017 Utara - Selatan (Puncak Pagi)	72
Tabel 4. 4 Data Lalu Lintas 2017 Utara - Selatan (Puncak Siang) .....	72
Tabel 4. 5 Data Lalu Lintas 2017 Utara - Selatan (Puncak Sore)	73
Tabel 4. 6 Data Lalu Lintas 2017 Selatan - Utara (Puncak Pagi)	73

Tabel 4. 7 Data Lalu Lintas 2017 Selatan - Utara (Puncak Siang)	74
Tabel 4. 8 Data Lalu Lintas 2017 Selatan - Utara (Puncak Sore)	74
Tabel 4. 9 Data Curah Hujan	75
Tabel 4. 10 Nilai CBR yang Digunakan	76
Tabel 4. 11 Nilai CBR yang Sama atau Mewakilkkan	76
Tabel 4. 12 Nilai R	78
Tabel 4. 13 Jumlah Kendaraan Tahun 2017 - 2039 Utara - Selatan	79
Tabel 4. 14 Jumlah Kendaraan Tahun 2017 - 2039 Selatan - Utara	81
Tabel 5. 1 Kapasitas Dasar terhadap Tipe Jalan	83
Tabel 5. 2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)	84
Tabel 5. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)	84
Tabel 5. 4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping	85
Tabel 5. 5 Derajat Kejenuhan Jalan Lingkar Timur	86
Tabel 5. 6 Hasil Perhitungan Alinyemen Horizontal	92
Tabel 5. 7 Panjang Kritis	94
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal	99
Tabel 5. 9 Pertumbuhan Lalu Lintas	100
Tabel 5. 10 Berat Total Maksimal Jenis Kendaraan	101
Tabel 5. 11 Jenis As Kendaraan	101
Tabel 5. 12 Konfigurasi Beban Sumbu	104
Tabel 5. 13 Analisa CBR	105
Tabel 5. 14 Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga (JSKNH)	108
Tabel 5. 15 Lebar Rencana dan Koefisien Distribusi	109
Tabel 5. 16 Repetisi Sumbu yang Terjadi	110
Tabel 5. 17 Faktor Keamanan Beban	113

Tabel 5. 18 Faktor Erosi .....	115
Tabel 5. 19 Perhitungan Interpolasi CBR Efektif .....	116
Tabel 5. 20 Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi .....	116
Tabel 5. 21 Ukuran Dowel Terhadap Tebal Plat .....	124
Tabel 5. 22 Perhitungan Curah Hujan .....	127
Tabel 5. 23 Periode Ulang Hujan .....	128
Tabel 5. 24 Nilai $Y_n$ .....	128
Tabel 5. 25 Nilai $S_n$ .....	129
Tabel 5. 26 Nilai Koefisien $n_d$ terhadap Kondisi Lapis Permukaan .....	130
Tabel 5. 27 Perhitungan Nilai $T_1$ .....	131
Tabel 5. 28 Perhitungan Nilai $C$ .....	132
Tabel 5. 29 Rekapitulasi Perhitungan Debit Rencana .....	134
Tabel 5. 30 Kontrol Keamanan Penampang Drainase .....	136
Tabel 5. 31 Perhitungan Volume Timbunan Tanah .....	150
Tabel 5. 32 Analisa Harga Mobilisasi .....	156
Tabel 5. 33 Analisa Harga Pembuatan Papan Nama Proyek .....	158
Tabel 5. 34 Analisa Harga Pembuatan Direksi Kit .....	159
Tabel 5. 35 Pengurangan tanah dengan alat berat .....	160
Tabel 5. 36 Pengurangan Sirtu Kelas A .....	163
Tabel 5. 37 Analisa Pekerjaan Lean Concrete .....	167
Tabel 5. 38 Pekerjaan Perkerasan K-350 .....	171
Tabel 5. 39 Analisa Pekerjaan Galian Drainase .....	174
Tabel 5. 40 Analisa Pekerjaan Pemasangan U-ditch .....	176
Tabel 5. 41 Rencana Anggaran Biaya .....	179

***(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)***

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Program pembangunan nasional yang hingga saat ini masih digalakkan secara terus menerus dengan pemerintah yang dilakukan secara bertahap. Pembangunan tersebut bertujuan untuk memenuhi perekonomian masyarakat itu sendiri yang nantinya diharapkan dapat menciptakan keselarasan dan kesejahteraan masyarakat sehingga negara dapat maju dan dapat tercapainya tujuan pembangunan itu sendiri.

Jalan merupakan suatu sarana transportasi yang sangat penting karena dengan jalanlah maka daerah yang satu dapat berhubungan dengan daerah yang lainnya. Untuk menjamin agar jalan dapat memberikan pelayanan sebagaimana yang diharapkan maka selalu diusahakan peningkatan-peningkatan jalan itu. Dengan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor, hal ini menyebabkan meningkatnya jumlah arus lalu lintas dengan kemampuan jalan yang terbatas.

Keberadaan jalan sangatlah penting dalam kelancaran arus lalu lintas. Seiring meningkatnya volume kendaraan setiap harinya mengakibatkan kualitas jalan menjadi berkurang secara bertahap. Pada saat ini jalan yang menggunakan lapisan AC (*Asphalt Concrete*), sudah mengalami kerusakan (bergelombang dan retak-retak) pada beberapa ruas jalan. Selain itu, kondisi tanah dasar yang digunakan sebagai perkerasan lentur dirasa kurang layak untuk dibebani dengan volume kendaraan yang setiap harinya didominasi kendaraan bermuatan berat. Perkerasan kaku dirasa lebih tepat digunakan untuk ruas jalan yang didominasi kendaraan berat karena akan lebih efektivitas

menopang beban dengan volume yang meningkat setiap harinya

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis mencoba meninjau dan merencanakan ulang peningkatan jalan serta memanfaatkan data-data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Sidoarjo untuk menyusun tugas akhir dengan judul "Perencanaan Peningkatan Jalan Pada Ruas Jalan Lingkar Timur Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur dengan Menggunakan Perkerasan Kaku pada STA 4+650 sampai STA 7+650".

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang diangkat adalah bagaimana merencanakan peningkatan jalan pada ruas jalan lingkar timur Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Untuk itu perlu perincian masalah secara detail supaya dapat diketahui skala prioritas dan urutan kerja, yang meliputi :

1. Bagaimana merencanakan kontrol geometrik pada alinyemen vertikal dan horizontal pada perkerasan kaku demi keamanan dan kenyamanan.
2. Bagaimana merencanakan struktur perkerasan kaku pada jalan Lingkar Timur Kab. Sidoarjo untuk kebutuhan umur rencana 20 tahun.
3. Menghitung kebutuhan lebar ruas jalan Lingkar Timur Kab. Sidoarjo untuk kebutuhan umur rencana 20 tahun.
4. Bagaimana cara menghitung dimensi saluran tepi (drainase) pada ruas jalan Lingkar Timur Kab. Sidoarjo untuk kebutuhan umur rencana 20 tahun.
5. Bagaimana cara menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada perencanaan peningkatan perkerasan kaku untuk umur rencana 20 tahun.

### **1.3 Batasan Masalah**

Untuk menghindari penyimpangan pembahasan dari permasalahan di atas, maka perlu adanya batasan masalah untuk mempermudah dalam penyusunan. Batas-batas permasalahan antara lain :

1. Tidak melakukan survey topografi secara langsung, dan hanya menggunakan data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Sidoarjo.
2. Melakukan survei data lalu lintas harian rata-rata yang sebagian tidak diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Sidoarjo.
3. Tidak mengikutsertakan perhitungan struktur dari setiap jembatan yang dilalui oleh ruas jalan ini.

### **1.4 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, adapun maksud dan tujuan dari tugas akhir ini yaitu :

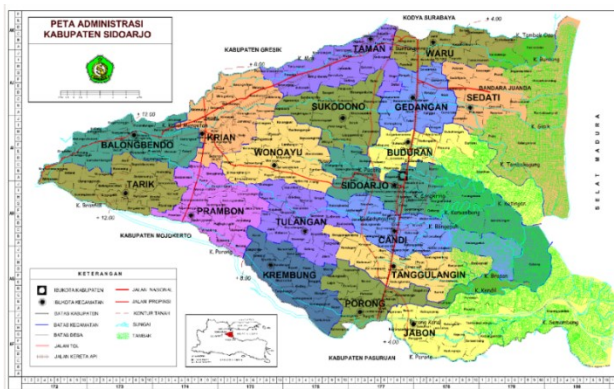
1. Dapat merencanakan kontrol geometrik pada alinyemen vertikal dan horizontal dengan menggunakan perkerasan kaku demi keamanan dan kenyamanan.
2. Dapat merencanakan struktur perkerasan kaku pada jalan Lingkar Timur Kab. Sidoarjo untuk kebutuhan umur rencana 20 tahun.
3. Dapat menghitung kebutuhan lebar ruas jalan Lingkar Timur Kab. Sidoarjo untuk kebutuhan umur rencana 20 tahun.
4. Dapat menghitung dimensi saluran tepi (drainase) pada ruas jalan Lingkar Timur Kab. Sidoarjo untuk kebutuhan umur rencana 20 tahun.
5. Dapat menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada perencanaan peningkatan perkerasan kaku untuk umur rencana 20 tahun.

## 1.5 Manfaat

Dalam penyusunan tugas akhir ini, mahasiswa diharapkan mampu dan kreatif dalam menyusun tugas akhir. Penyusunan tugas akhir ini sangat bermanfaat bagi mahasiswa, intitusi, dan instansi terkait. Oleh karena itu tugas akhir ini diharapkan mampu menyajikan karya yang orisinil dalam perencanaan peningkatan jalan pada ruas jalan lingkaran timur. Manfaat yang diambil antara lain :

1. Sebagai proses pembelajaran mahasiswa dalam merencanakan peningkatan pada suatu jalan untuk memenuhi kualitas jalan sesuai standar.
2. Dapat mengetahui struktur jalan baik yang terdapat pada jalan eksisting maupun yang akan direncanakan.

## 1.6 Peta Lokasi



*Gambar 1. 1 Peta Kabupaten Sidoarjo*





*Gambar 1. 2 Jalan Lingkar Timur Sidoarjo*

***(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)***

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Berdasarkan teori data diatas yang digunakan sebagai dasar acuan perhitungan dalam proses pengolahan data sebagai berikut :

#### **2.1 Analisa Kapasitas**

Analisa kapasitas jalan bertujuan untuk mengetahui kapasitas jalan pada arah tertentu yang diperlukan untuk mempertahankan perilaku lalu lintas yang dikehendaki sekarang dan yang akan datang, sesuai dengan MKJI 1997. Analisa kapasitas jalan dilakukan pada masing-masing jalur jalan yang akan direncanakan.

##### **2.1.1 Kapasitas Dasar**

Merupakan jalan luar kota yang kapasitas dasar ( $C_0$ ) kondisi eksistingnya yaitu 2 lajur 2 arah terbagi (2/2D), dapat dilihat pada tabel 1 MKJI 1997 hal 6-65.

Tabel 2. 1 Kapasitas Dasar ( $C_0$ ) Jalan Luar Kota

No	Tipe jalan / Tipe alinyemen	Kapasitas dasar total kedua arah smp/jam
	Dua-Lajur tak-terbagi	
1	Datar	3100
2	Bukit	3000
3	Gunung	2900

*Sumber : MKJI 1997*

##### **2.1.2 Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan**

Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan Pertumbuhsn lalu lintas (%) merupakan perhitungan yang digunakan untuk menghitung volume lalu lintas rencana. Volume lalu lintas adalah salah satu komponen dasar perencanaan jalan yang

digunakan untuk menghitung volume kendaraan yang akan mempergunakan jalan, jika jalan dibukak untuk lalu lintas. Dalam desain pertumbuhan lalu lintas, yang diperhitungkan adalah :

- a. Pertumbuhan lalu lintas sebelum jalan dibuka adalah penambahan volume lalu lintas yang telah menggunakan jalan sebelum jalan dibuka, diambil dari lalu lintas harian rata-rata minimal 5 tahun kebelakang.
- b. Pertumbuhan lalu lintas pada saat ini, pertumbuhan volume lalu lintas pada saat jalan baru dibuka yang terdiri dari volume sebelum jalan dibuka ditambah lalu lintas yang tertarik setelah jalan dibuka.
- c. Pertumbuhan lalu lintas yang akan datang, penambahan volume lalu lintas pada saat ini ditambah lalu lintas yang dibangkitkan.

### 2.1.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Menetapkan faktor penyesuaian akibat lebar jalan lalu lintas berdasar pada lebar efektif jalur lalu lintas, tidak termasuk bahu jalan.

Tabel 2. 2 Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur

Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur-Lalu- Lintas ( $W_s$ )(m)	FCw
Empat-Lajur terbagi	Per lajur 3.0	0.91
Enam-Lajur	3.25	0.96

terbagi	3.50	1.00
	3.75	1.03
Empat-Lajur terbagi	Per lajur 3.00	0.91
	3.25	0.96
	2.50	1.00
	3.75	1.03
Dua-Lajur tak-terbagi	Total kedua arah 5	0.69
	6	0.91
	7	1.00
	8	1.08
	9	1.15
	10	1.21
	11	1.27

*Sumber : MKJI 1997*

#### 2.1.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah ( $FC_{SPB}$ )

Merupakan pembagian arah arus pada jalan dua arah yang dinyatakan dalam prosentase dari arah arus total masing-masing arah, dapat dilihat pada tabel C -3:1 MKJI 1997 , Hal 6-67.

Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah

Pemisahan arah SP %-%	50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
--------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

FC <sub>SPB</sub>	Dua-lajur 2/2	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
	Empat-lajur 4/2	1.00	0.975	0.95	0.925	0.90

Sumber : MKJI 1997

### 2.1.5 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut layak digunakan atau tidak. Perencanaan jalan bebas hambatan harus dapat memastikan bahwa derajat kejenuhan (DS) tidak melebihi nilai yang dapat diterima, yaitu 0,75. Derajat kejenuhan dapat ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut:

Derajat kejenuhan dapat ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DS = Q/C \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus total lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas jalan (smp/jam)

Syarat =  $Q/C < 0,75$

## 2.2 Kontrol Geometrik

Kontrol geometrik jalan secara umum menyangkut aspek-aspek bagian jalan, lebar bahu jalan, tipe alinyemen,

kebebasan samping, jarak pandang, serta kemiringan melintang. Adapun tujuan dari kontrol geometrik adalah untuk mengetahui tipe alinyemen pada proyek tersebut. Tipe alinyemen dapat ditentukan dengan menghitung lengkung vertikal dan lengkung horizontal.

Lengkung vertikal adalah perbandingan antara beda tinggi elevasi jalan (m) dengan panjang jalan (km), sedangkan lengkung horizontal adalah perbandingan antara jumlah setiap lengkung yang telah diubah menjadi radian dengan panjang jalan (km). Sehingga, dapat terlihat gambaran kemiringan datar, alinyemen bukit, dan alinyemen gunung.

Umumnya, geometrik pada jalan raya terbagi menjadi 2, yaitu :

1. Alinyemen Vertikal
2. Alinyemen Horizontal

### **2.2.1 Jarak Pandang**

Jarak pandang adalah panjang bagian jalan di depan pengemudi yang dapat dilihat jelas dari kedudukan pengemudi.

Untuk mendapatkan keamanan dari lalu lintas jalan dalam menghadapi penghalang yang berada pada lintas sejajar, maupun berlawanan. Sehingga, diperlukan jarak pandang guna menghasilkan kendaraan, maupun gerakan menyiap kendaraan lain di depannya.

#### **2.2.1.1 Jarak Pandang Henti ( $J_h$ )**

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan pengemudi dengan kecepatan rencana untuk menghentikan kendaraan yang sedang berjalan setelah melihat adanya rintangan pada jalur yang dilaluinya. Jarak pandang henti terdiri dari 2 elemen jarak, yaitu :

Jarak Pandang Henti (Jh)

$$S_r = 0,275 \times V_r \times T \times 0,039 \frac{V_r^2}{a} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

$V_r$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$T$  = Waktu reaksi. Ditetapkan 2,5 detik

$A$  = Tingkat perlambatan (m/detik). Ditetapkan 3,4 m/detik<sup>2</sup>

Berikut adalah jarak henti (Jh) minimum yang dihitung dengan pembuatan-pembuatan untuk berbagai kecepatan rencana ( $V_r$ )

Tabel 2. 4 Jarak Henti Minimum

$V_r$ (km/h)	120	100	80	60	50	40	30	20
$S_s$ min	250	175	120	75	55	40	27	16

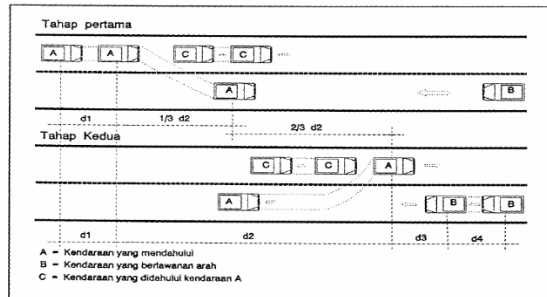
Sumber : MKJI 1997

#### 2.2.1.2 Jarak Pandang Mendahului (Jd)

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula.

Jarak pandang mendahului diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm.





Gambar 2. 1 Jarak Pandang Mendahului

Tabel 2. 5 Jarak Pandang Mendahului Minimum

Vr(km/h)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jd (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : MKJI 1997

Jd, dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut:

$$Jd = d1 + d2 + d3 + d4 \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

- d1 = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m),
- d2 = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m),
- d3 = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m),
- d4 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya diambil sama dengan 2/3 d2 (m).

### 2.2.2 Penampang Melintang

Penampang melintang adalah potongan suatu jalan tegak lurus terhadap as jalan yang menunjukkan bentuk dan susunan bagian jalan dalam arah melintang. Penampang melintang terdiri dari jalur lalu lintas, bahu jalan, saluran drainase jalan, bahu jalan, jalur sepeda, sepeda motor, jalur lambat, dan lereng.

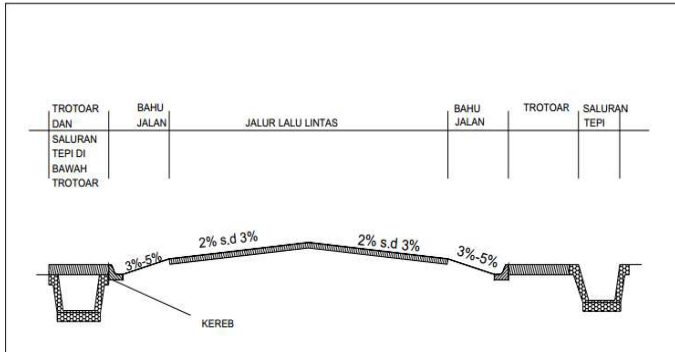
#### a. Kemiringan melintang jalan

Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada bagian alinyemen jalan yang lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut :

- Untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton / semen, kemiringan melintang 2-3 pada jalan berlajur lebih dari 2, kemiringan melintang ditambah 1% ke arah yang sama.
- Untuk jenis perkerasan yang lain, kemiringan melintang disesuaikan dengan karakteristik permukaannya.

#### b. Bahu jalan

- Kemiringan melintang bahu jalan yang normal adalah 3-5 %.
- Lebar minimal bahu jalan untuk bahu luar dan bahu dalam dapat dilihat di tabel.
- Untuk jenis perkerasan yang lain, kemiringan melintang disesuaikan dengan karakteristik permukaannya.
- Ketinggian permukaan bahu jalan harus menerus dengan permukaan perkerasan jalan seperti pada gambar



*Gambar 2. 2 Potongan Melintang Jalan*

c. Median Jalan

- Fungsi median jalan adalah untuk :
  - Memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan arah.
  - Mencegah kendaraan belok kanan.
  - Lapak tunggu penyeberang jalan.
  - Penempatan fasilitas pendukung jalan.
  - Cadangan lajur (jika cukup luas).
  - Tempat prasarana kerja sementara.
  - Dimanfaatkan untuk jalur hijau.
- Jalan dua arah dengan empat lajur atau lebih harus dilengkapi dengan median.
- Jika lebar ruang yang tersedia untuk median <2.5m, median harus ditinggikan atau dilengkapi dengan pembatas fisik, agar tidak dilanggar oleh kendaraan.

### 2.2.3 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah garis-garis proyeksi yang tegak lurus sumbu jalan bidang peta situasi jalan. Bagian yang sangat kritis dari alinyemen horizontal adalah

tikungan, karena pada tikungan akan bekerja gaya sentrifugal.

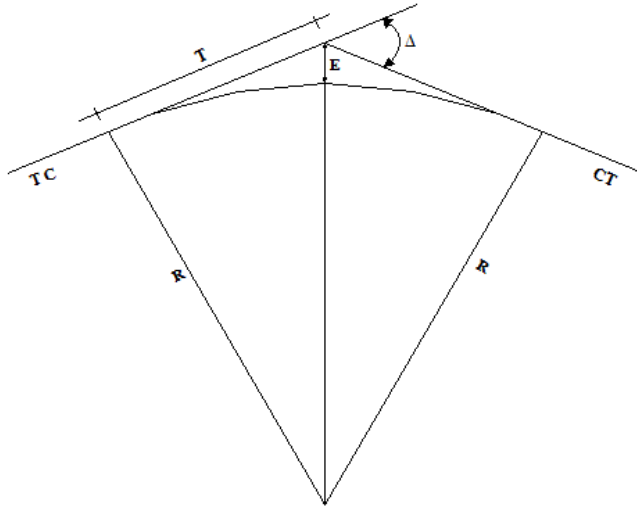
a. Bentuk Tikungan

Tikungan terdiri atas 3 bentuk umum, yaitu :

1. Full Circle (FC), yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam
2. Spiral Circle Spiral (SCS), yaitu tikungan yang terdiri atas 1 lengkung circle dan 2 lengkung spiral.
3. Spiral spiral, yaitu tikungan yang terdiri atas 2 lengkung spiral.

**1. Lengkung Full Circle**

Bentuk lengkung ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dengan sudut tangent yang relative kecil. Lengkung full circle di tunjukkan pada gambar 2.3.



### Full Circle

*Gambar 2. 3 Lengkung Full Circle*

Keterangan :

PI = *Point of Intersection*

$\Delta$  = Sudut Tangen (derajat)

Tc = Tangen Circle

Rc = Jari-jari (m)

Rumus-rumus yang digunakan adalah :

$$Tc = R \operatorname{tg} \left( \frac{1}{2} \Delta \right) \frac{\theta s. \pi. Rc}{90} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$E = \frac{R}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - R \dots\dots\dots (2.5)$$

$$Lc = \left( \frac{\Delta \pi}{180} \right) R \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

$T_c$  = Panjang tangen dari PI (Point of Intersection).

$m$  = Titik awal peralihan dari posisi lurus ke lengkung

$R$  = Jari-jari alinyemen horizontal, m

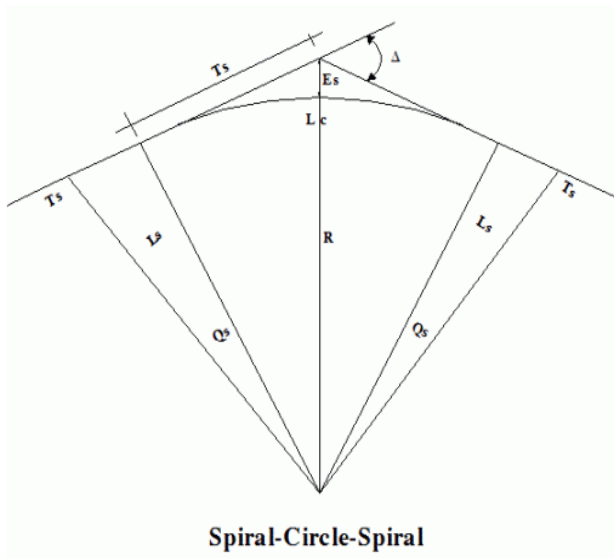
$\Delta$  = Sudut alinyemen horizontal,  $^\circ$

$E$  = Jarak dari PI ke sumbu jalan arah pusat lingkaran

$L_c$  = Panjang busur lingkaran, m

## 2. Lengkung Spiral Circle Spiral

Lengkung spiral – circle – spiral ini dikenal dengan lengkung peralihan ( $L_s$ ), yaitu lengkung yang disisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari- jari tetap  $R$ . Pada umumnya digunakan jika panjang  $L_c > 20$  meter. Bentuk lengkung ini dipakai bila jari-jari lebih kecil dari batas yang ditentukan untuk bentuk full circle. Selain itu jari-jari yang diambil harus sesuai dengan kecepatan rencana. Jari-jari yang diambil harus sesuai dengan kecepatan rencana dan tidak boleh mengakibatkan adanya kemiringan tikungan lebih dari harga maksimum yang ditentukan. Jari- jari lengkung minimum untuk setiap kecepatan rencana ditentukan berdasarkan kemiringan tikungan, tikungan maksimum dan koefisien gesek melintang maksimum.



*Gambar 2. 4 Lengkung Spiral-Circle-Spiral*

$$\theta_s = \frac{Ls \cdot 90}{\pi \cdot Rc} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\theta_c = \beta - 2\theta_s \dots\dots\dots (2.8)$$

$$Lc = \frac{\theta_c}{360} \times 2 \pi Rc \dots\dots\dots (2.9)$$

$$L = Lc + 2Ls \dots\dots\dots (2.10)$$

$$p = \frac{Ls^2}{6Rc} - Rc(1 - \cos\theta_s) \dots\dots\dots (2.11)$$

$$p = p \times Ls \dots\dots\dots (2.12)$$

$$k = Ls - \frac{Ls^3}{40Rc} - Rc \cdot \sin\theta_s \dots\dots\dots (2.13)$$

$$k = k \times Ls \dots\dots\dots (2.14)$$

$$Es = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc \dots\dots\dots (2.15)$$

$$Ts = (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana :

$X_s$	= Jarak dari Titik Tsk e Sd
$Y_s$	= Jarak tengah lurus ke titik Sc pada lengkung
$L_s$	= Panjang lengkung peralihan (TS-SC / SC-TS)
$T_s$	= Panjang <i>tangen</i> dari titik PI ke TS
$ES$	= Jarak PI ke busur lingkaran
$\Theta_s$	= Sudut lengkung spiral
$PH / PI$	= <i>Point of Intersections</i>
$\Delta$	= Sudut <i>tangen</i> ( $^\circ$ )
$R_c$	= Jari-Jari lingkaran
$p$	= Pergeseran <i>tangen</i> ke spiral
$k$	= Absis dari p pada garis <i>tangen</i> spiral

### 3. Lengkung Spiral Spiral

Untuk lengkung spiral-spiral berlaku rumus, sebagai berikut :

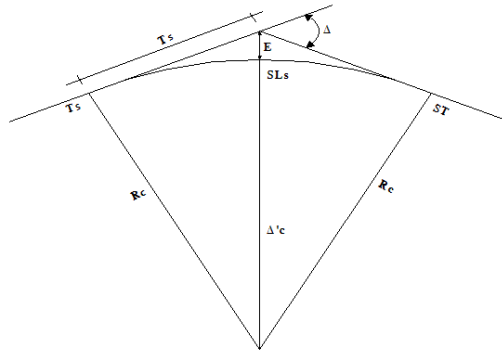
$$L_c = 0 \text{ dan } \theta_s = \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (2.17)$$

$$L_{tot} = 2 L_s \dots\dots\dots (2.18)$$

Untuk menentukan  $\theta_s$  dapat menggunakan rumus :

$$L_s = \frac{\theta_s \pi R_c}{90} \dots\dots\dots (2.19)$$





**Spiral-Spiral**

*Gambar 2. 5 Lengkung Spiral-Spiral*

#### 4. Diagram Superelevasi

Pada jalan lurus dan tikungan dengan jari-jari cukup besar maka kemiringan jalan cukup dengan menggunakan  $e$  normal seperti pada jalan lurus, yakni 2% sampai dengan 4% untuk jalan beraspal dan 4%-8% untuk jalan tidak beraspal.

Diagram superelevasi untuk tikungan *Full Circle*, walaupun tikungan *Full Circle* tidak mempunyai lengkung peralihan, akan tetapi dalam pelaksanaannya perlu adanya lingkungan fiktif ( $Ls'$ ) dimana  $\frac{3}{4}$  bagian berada pada daerah *tangen*, sedangkan  $\frac{1}{4}$  bagian lagi berada pada lingkaran. Besar  $Ls$  adalah :

$$Ls = B \times e \times m \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana :

$B$  = Lebar Perkerasan (m)  
 $e$  = Kemiringan melintang maksimum relative  
 $m$  =  $1/\text{Landai Relatif} \dots \dots (2.21)$

### 2.2.4 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan. Alinyemen vertical terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian lurus dapat berupa landau positif (tanjakan) atau landau negative (turunan), atau landau nol (datar). Bagian lengkung vertical dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

### 2.5 Lengkung Vertikal Cembung

Pada Lengkung cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang, yakni :

- a. Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung ( $S < L$ )

Persamaan perhitungan lengkung ini sesuai dengan jarak pandang henti atau jarak pandang menyiap. Apabila digunakan jarak pandang henti dimana  $h_1 = 10$  cm dan  $h_2 = 120$  c, maka persamaan yang digunakan adalah

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$L = \frac{AS^2}{100} \dots\dots\dots (2.23)$$

- b. Jarak pandang berada di luar dan di dalam daerah lengkung ( $S > L$ )

Seperti halnya perhitungan lengkung cembung dengan  $S > L$  persamaan untuk perhitungan lengkung ini sesuai dengan jarak pandang henti atau jarak pandang menyiap.

Apabila digunakan jarak pandang henti, dimana  $h_1 = 10$  cm dan  $h_2 = 120$  cm, maka persamaan yang digunakan adalah

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{2h1} + \sqrt{2h2})}{A} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$L = 2S - \frac{399}{A} \dots\dots\dots (2.25)$$

## 2.6 Lengkung Vertikal Cekung

Lengkung Vertikal Cekung dipengaruhi jarak penyinaran lampu kendaraan.

Pada perencanaan tinggi lampu yang digunakan 60 cm dengan sudut penyebaran sinar  $1^\circ$ . Perhitungan lengkung vertikal cekung dihitung berdasarkan letak lampu dengan kendaraan dapat dibedakan dua keadaan.

- Lengkung Vertikal Cekung dengan jarak pandang penyiaran lampu  $< L$

$$A = \frac{200 (\sqrt{h1} + \sqrt{2h2})^2}{A} \dots\dots\dots (2.26)$$

Dengan asumsi perencanaan yakni tinggi lampu yang digunakan 60 cm dengan sudut penyebaran sinar  $1^\circ$ , maka :

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3.50S} \dots\dots\dots (2.27)$$

- Lengkung Vertikal Cekung dengan jarak penyinaran lampu depan  $> L$

Dengan asumsi perencanaan yakni tinggi lampu yang digunakan 60 cm dengan sudut penyebaran sinar  $1^\circ$ , maka :

$$L = 2S - \frac{120+3.50S}{A} \dots\dots\dots (2.28)$$

Tabel 2. 6 Jarak Pandang Henti Minimum

Vr Km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : “Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan”, Nova 1999

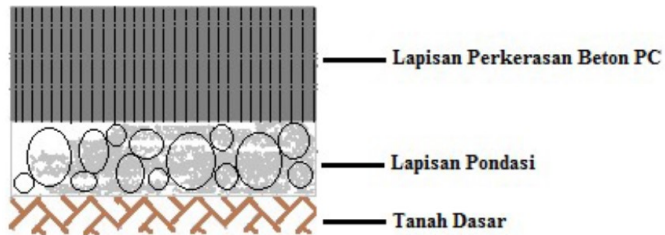
Tabel 2. 7 Jarak Pandang Mendahului Minimum

Vr Km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Jd (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : “Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan”, Nova 1999

### 2.3 Perencanaan Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku adalah struktur yang terdiri atas plat beton yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, yang terletak di atas pondasi bawah atau dasar tanah tanpa atau dengan lapis permukaan aspal. Struktur perkerasan beton secara tipikal sebagaimana terlihat pada gambar



*Gambar 2. 6 Detail Perkerasan Kaku*

Pada perkerasan kaku, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Keawetan dan kekuatan perkerasan beton dipengaruhi oleh sifat, daya dukung, dan keseragaman tanah dasar. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan pada perkerasan kaku adalah kadar air pemadatan, kepadatan, dan perubahan kadar air selama pelayanan.

Adapun syarat konstruksi perkerasan kaku, yaitu:

- a. Memiliki tebal total dan tegangan ijin yang cukup.
- b. Mampu mencegah deformasi yang tetap akibat beban roda.
- c. Tahan terhadap perubahan bentuk yang terjadi akibat perubahan kadar air
- d. Mempunyai bentuk permukaan yang rata, tahan terhadap gesekan dan pengaruh beban maupun zat-zat kimia yang dapat mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan.

Perkerasan kaku memiliki modulus elastis yang tinggi yang akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup tua, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton itu sendiri. Lapisan pondasi yang ada di bawah tersebut harus mampu menopang kekuatan beton. Fungsi dari lapisan pondasi bawah adalah :

- a. Mengendalikan pengaruh kembang susutnya tanah dasar.
- b. Menaikkan harga modulus reaksi tanah dasar ( $k$ ) menjadi modulus reaksi komposit.
- c. Melindungi gejala pumping. Gejala pumping adalah proses keluarnya air dan butiran tanah dasar atau pondasi bawah melalui sambungan dan retakan atau pada bagian pinggir karena beban lalu lintas setelah adanya air bebas yang terakumulasi di bawah plat.
- d. Mengurangi terjadinya keretakan pada plat beton.
- e. Sebagai perkerasan lantai kerja selama perkerasan.

Keuntungan dari perkerasan kaku adalah :

- a. Pada umumnya digunakan pada jalan kelas tinggi.
- b. Kualitas job mix lebih mudah dikendalikan. Modulus elastisitas antara lapisan permukaan dan pondasi sangat berbeda.
- c. Dapat lebih bertahan terhadap kondisi drainase yang buruk.
- d. Pada umumnya biaya awal konstruksi tinggi, namun pemeliharaannya relative tidak ada.
- e. Kekuatan konstruksi perkerasan kaku berada pada plat beton sendiri, tidak termasuk pondasi.
- f. Indeks pelayanan tetap baik, hampir selama umur rencana. Terutama jika transverse joints dikerjakan dan dipelihara dengan baik.

### **2.3.1 Struktur dan Jenis Perkerasan**

Perkerasan kaku dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu :

- a. Perkerasan beton semen, yaitu perkerasan kaku dengan beton sebagai lapisan aus. Terdapat 4 jenis perkerasan beton :
  - 1. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan

2. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan
  3. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan.
  4. Perkerasan beton semen pra – tegang.
- b. Perkerasa komposit, yaitu perkerasan kaku dengan plat beton sebagai lapis pondasi dan aspal beton sebagai lapis permukaan.

### 2.3.2 Persyaratan Teknis

#### a. Tanah Dasar

Kekuatan tanah dasar dinyatakan sebagai (k) yang ditentukan dengan nilai pengujian CBR insitu (SNI 03-1731-1989) untuk perencanaan tebal perkerasan jalan lama atau CBR laboratorium untuk perencanaan jalan baru (SNI 03-1744-1989). Apabila nilai tanah dasar  $< 2\%$ , maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean Mix Concrete*) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai CBR tanah dasar efektif 5%.

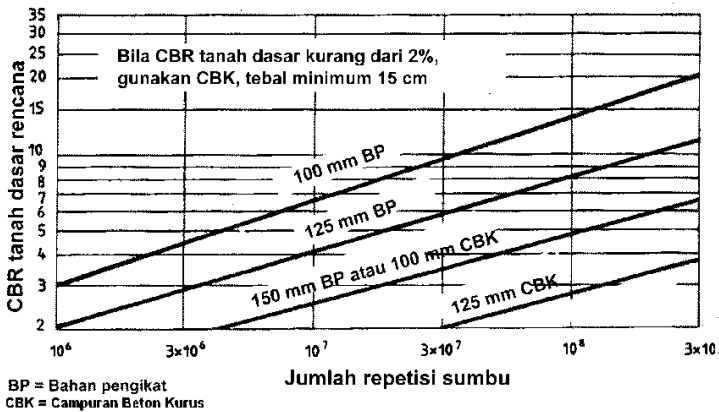
#### b. Pondasi Bawah

Bahan pondasi bawah dapat berupa :

1. Bahan berbutir.
2. Stabilitas atau drngan beton kurus giling padat ( *Lean Rolled Concrete*)
3. Campuran beton kurus (*Lean Mix Concrete*)

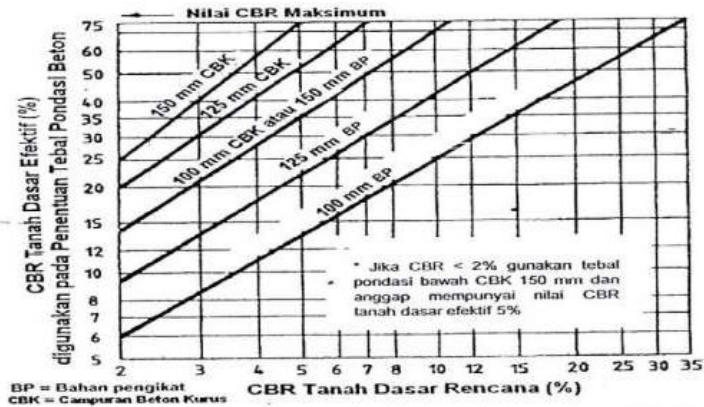
Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen. Untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jenis dan penentuan lebar lapisan pondasi dengan memperhitungkan tegangan pengembangan yang mungkin timbul. Pemasangan lapis pondasi dengan lebar sampai tepi luar lebar jalan merupakan salah satu cara untuk mereduksi perilaku tanah ekspansif.

Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai dengan SNI 03-6388-2000 dan AASHTO M-150 serta SNI 03-1743-1989. Bila pondasi bawah harus menggunakan campuran beton krus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dan CBR tanah dasar efektif dapat dilihat pada gambar 2.7 dan 2.8.



Gambar 2. 7 CBR Tanah Dasar Rencana





*Gambar 2. 8 CBR Tanah Efektif*

c. Pondasi Bawah

Material berbutir tanpa pengikat harus memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 03-6388-2000. Persyaratan dan gradasi pondasi bawah harus sesuai dengan kelas B. Sebelum pekerjaan dimulai, bahan pondasi bawah harus diuji gradasinya dan harus memenuhi spesifikasi bahan untuk pondasi bawah dengan penyimpangan ijin 3% – 5%. Ketebalan minimum lapis pondasi bawah untuk tanah dasar dengan CBR minimum 5% ialah 15 cm. Derajat kepadatan lapis pondasi bawah minimum 100%, sesuai dengan SNI 03-1743-1989.

d. Pondasi Bawah

Pondasi bawah dengan bahan pengikat (BP) dapat berupa:

1. Stabilitas material berbutir dengan kadar bahan pengikat yang sesuai dengan hasil perencanaan untuk menjamin kekuatan campuran dan ketahanan terhadap erosi.

2. Jenis bahan pengikat dapat meliputi semen, kapur, serta abu terbang, atau slag yang dihaluskan.
3. Campuran beraspal bergradasi rapat (Densegraded asphalt)
4. Campuran beton kurus giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 Mpa (55Kg/cm<sup>2</sup>)

e. Pondasi Bawah

Campuran beton kurus (CBK) harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5 Mpa (50 Kg/cm<sup>2</sup> ) tanpa menggunakan abu terbang, atau 7 Mpa (70 Kg/cm<sup>2</sup> ) bila menggunakan abu terbang, dengan tebal minimum 10 cm.

### 2.3.3 Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur umur 28 hari yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3-5 Mpa (30 - 50 Kg/cm<sup>2</sup> ). Kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit atau serat karbon harus mencapai kuat tarik lentur 5 – 5,5 Mpa (50 - 55 Kg/cm<sup>2</sup> ). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 Mpa (2,5 Kg/cm<sup>2</sup>) terdekat.

Beton dapat diperkuat dengan serat baja (*Steel-fibre*) untuk meningkatkan kuat tarik lenturnya dan mengendalikan retak pada pelat khususnya untuk bentuk yang tidak lazim. Serat baja dapat digunakan pada campuran beton yang digunakan untuk jalan plaza tol, putaran dan pemberhentian bus. Panjang serat baja antara 15 mm dan 50 mm yang bagian ujungnya melebar sebagai angker dan/atau sekrup penguat untuk meningkatkan ikatan. Secara tipikal derat dengan panjang 15mm dan 50

mm dapat ditambahkan ke dalam adukan beton, masing-masing sebanyak 75 dan 45 Kg/m<sup>3</sup>.

Semen yang akan digunakan untuk pekerjaan beton harus dipilih dan sesuai dengan lingkungan dimana perkerasan akan dilaksanakan.

### 2.3.4 Penentuan Besaran Rencana

#### a. Lalu Lintas

Penentuan beban lalu lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana.

Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir.

Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu, yaitu sebagai berikut :

1. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
2. Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
3. Sumbu tandem roda ganda (STdRG).
4. Sumbu tridem roda ganda (STrRG).

#### b. Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi.

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari

lebar perkerasan. Korelasi jumlah lajur dan koefisien distribusi dapat ditentukan seperti dalam tabel 2.10.

Tabel 2. 8 Koefisien Distribusi

Lebar Perkerasan (Lp)	Koefisien Distribusi	
	1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50 \text{ m}$	1	1
$5,5 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	0,50	0,475
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	-	0,40

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003

c. Umur Rencana

Umur rencana adalah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu diberi lapisan permukaan baru. Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas dasar pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas, serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak lepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

d. Pertumbuhan Lalu Lintas

Volume lalu lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap dimana kapasitas

jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)^i - 1}{i} \quad 2.35 \dots \dots \dots (2.29)$$

Dimana :

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas.

I = Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun (%)

UR= Umur rencana (tahun)

e. Lalu Lintas Rencana

Lalu lintas rencana adalah jumlah komulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan. Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari survey beban. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots \dots \dots (2.30)$$

Dimana :

JSKN = Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana.

JSKNH = Jumlah total sumbu kendaraan niaga perhari pada saat jalan dibuka.

R = Faktor pertumbuhan komulatif, yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.

C = Koefisien distribusi kendaraan.

f. Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (FKB). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan dengan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada tabel

Tabel 2. 9 Faktor Keamanan Beban

No.	Penggunaan	Nilai F <sub>KB</sub>
1	Jalan bebas hambatan utama ( <i>major freeway</i> ) dan jalan bertajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survai beban ( <i>weight-in-motion</i> ) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan ( <i>freeway</i> ) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14- 2003

### 2.3.5 Perencanaan Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton semen bertujuan untuk :

1. Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu lintas.
2. Memudahkan dalam pelaksanaan.
3. Mengakomodasi gerakan pelat.

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan, antara lain :

1. Sambungan memanjang.

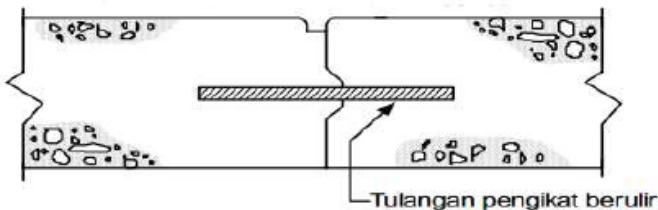
2. Sambungan melintang.
3. Sambungan isolasi.

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (*joint sealer*), kecuali pada sambungan isolasi terlebih dahulu harus diberi bahan pengisi (*joint filler*).

#### 2.3.5.1 Sambungan Memanjang dengan Batang Memikat (Tie Bar)

Pemasangan sambungan memanjang bertujuan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3-4 m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU-24 dan diameter 16 mm. Sambungan memanjang dapat di lihat seperti pada gambar 2.13.

Ukuran batang pengikat dihitung menggunakan



Gambar 2. 9 Detail Tie Bar

$$A_t = 204 \times b \times h \dots\dots\dots (2.31)$$

$$I = (38,3 \times \phi) + 75 \dots\dots\dots (2.32)$$

Dimana :

$A_t$  = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm<sup>2</sup>)

B = Jarak terkecil antara sambungan atau jarak (m)

H = Tebal plat (m)

L = Panjang batang pengikat (mm)

Ø = Diameter batang pengikat yang digunakan (mm)

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

#### 2.3.5.2 *Sambungan Susut Melintang*

Kendaraan sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal plat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal plat untuk lapis pondasi stabilisasi semen.

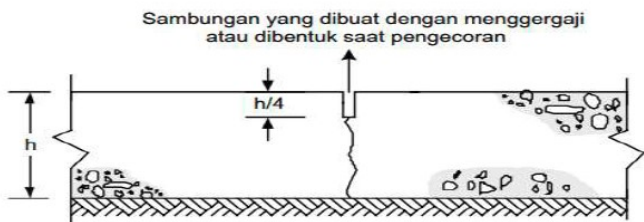
Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekita 4-5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8-15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menetus degan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan.

Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak anatar 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang kan mempengaruhi gerakan bebas pada saat plat beton menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket agar menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Sambungan susut melintang dapat di lihat seperti pada gambar





Gambar 2. 10 Detail Sambungan dengan Dibentuk saat Pengecoran



Gambar 2. 11 Detail Sambungan dengan Menggergaji

### 2.3.5.3 Bahan Penutup Sambungan

Penutup sambungan dimaksudkan untuk mencegah masuknya air dan atau benda lain ke dalam sambungan perkerasan. Benada-benda lain yang masuk ke dalam sambungan dapat menyebabkan kerusakan berupa gompal da atau plat beton yang saling menekan ke atas (*blow up*). Bahan penutup sambungan adalaah bahan yang tahan terhadap tarikan dan tekanan, dan masih tahan untuk tetap melekat pada dinding-dinding sambungan, dimana bahan tersebut terbuat dari bahan elastis deperti karet, sehingga mampu mencegah batu-batu yang tajam atau benda-benda lainnya.

### 2.3.6 Prosedur Perencanaan

Prosedur perencanaan perkerasan beton semen didasarkan atas dua model kerusakan yaitu :

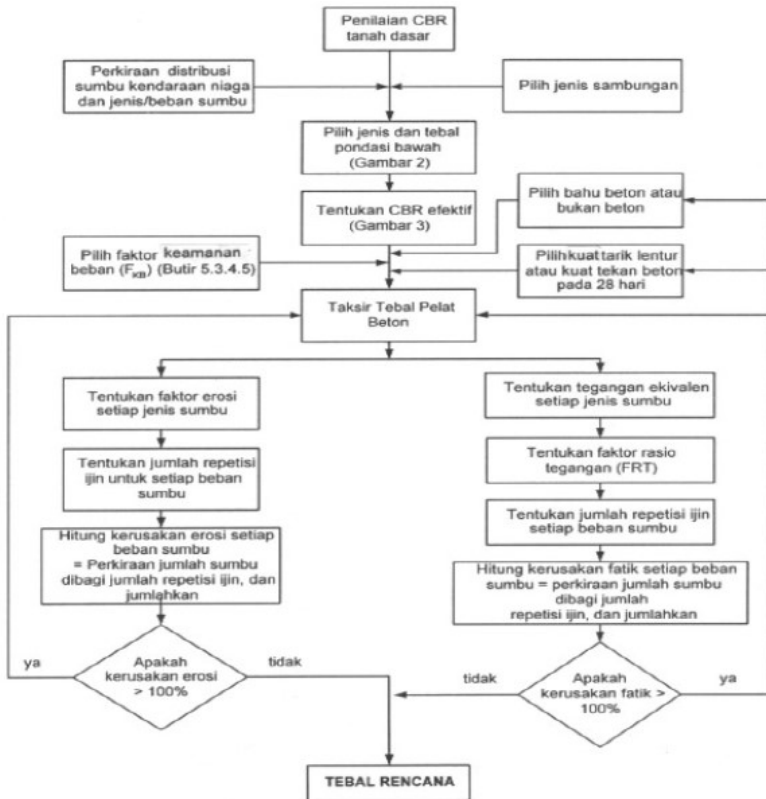
1. Retak fatik (Lelah) Tarik lentur pada plat.
2. Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan.

Prosedur ini mempertimbangkan ada tidaknya ruji pada sambungan atau bahu beton. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan dianggap sebagai perkerasan bersambung yang dipasang ruji. Dat lalu lintas yang diperlukan adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repetisi masing-masing jenis sumbu/kombinasi beban yang diperkirakan selama umur rencana.

#### 2.3.6.1 Perencanaan Tebal Plat

Tebal plat taksiran dipilih dan total fatik serta kerusakan erosi dihitung berdasarkan komposisi lalu lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi lebih dari 100%, tebal taksiran dinaikkan dan proses perencanaan diulangi.

Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100%. Langkah-langkah perencanaan tebal plat diperlihatkan pada gambar 2.16 s/d 2.18 dan tabel 2.12 s/d 2.13.



Tabel 2. 10 Uraian Kegiatan

Langkah	Uraian Kegiatan
1	Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji, atau menerus dengan tulangan.
2	Tentukan, apakah menggunakan bahu beton atau bukan.
3	Tentukan jenis dan pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana.
4	Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang dipilih.
5	Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari.
6	Pilih faktor keamanan beban lalu lintas (FKB).
7	Taksir tebal plat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia).
8	Tentukan tegangan ekuivalen dan faktor erosi untuk STRT.
9	Tentukan faktor rasio tegangan dengan membagi tegangan ekuivalen oleh kuat tarik lentur.
10	Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda $\geq 65$ kN, anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi.
11	Dengan faktor rasio tegangan, dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi.
12	Hitung presentasi dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
13	Hitung menggunakan faktor erosi, tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi.

14	Hitung presentasi dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
15	Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin, yang masing-masing mencapai 10 juta dan 100 juta repetisi.
16	Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan presentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut. Dengan cara yang sama, hitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
17	Ulangi langkah 8 sampai dengan langkah 16 untuk setiap jenis kelompok lainnya.
18	Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.
19	Ulangi langkah 7 sampai dengan langkah 18 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan erosi $\leq 100\%$ . Tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan.

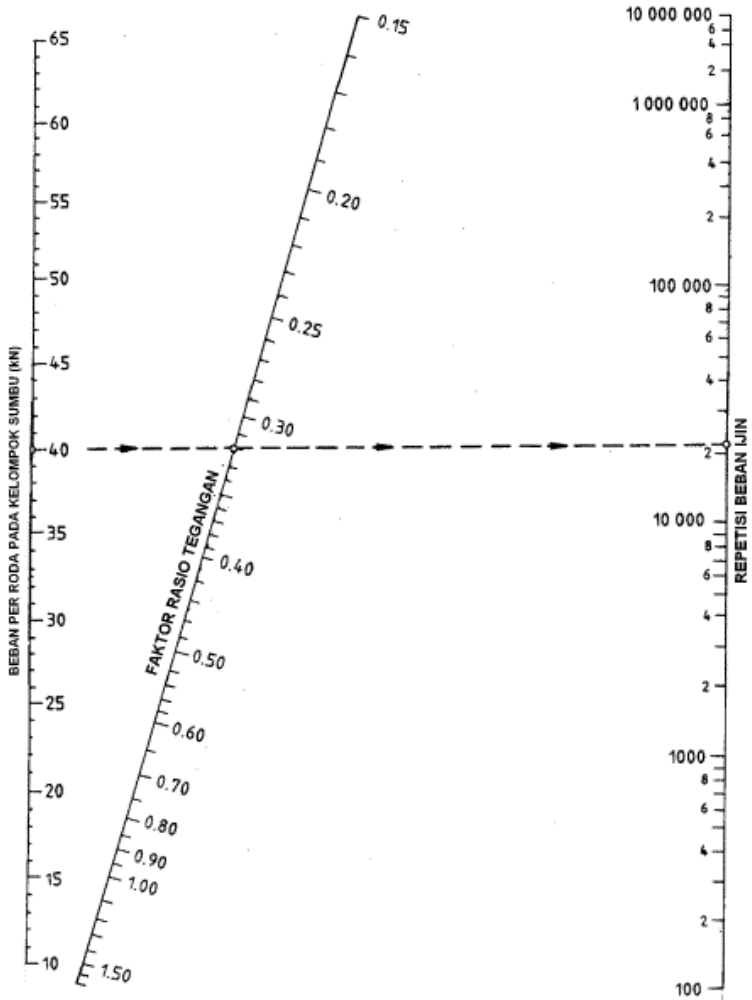
Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003

Tabel 2. 11 Faktor Erosi

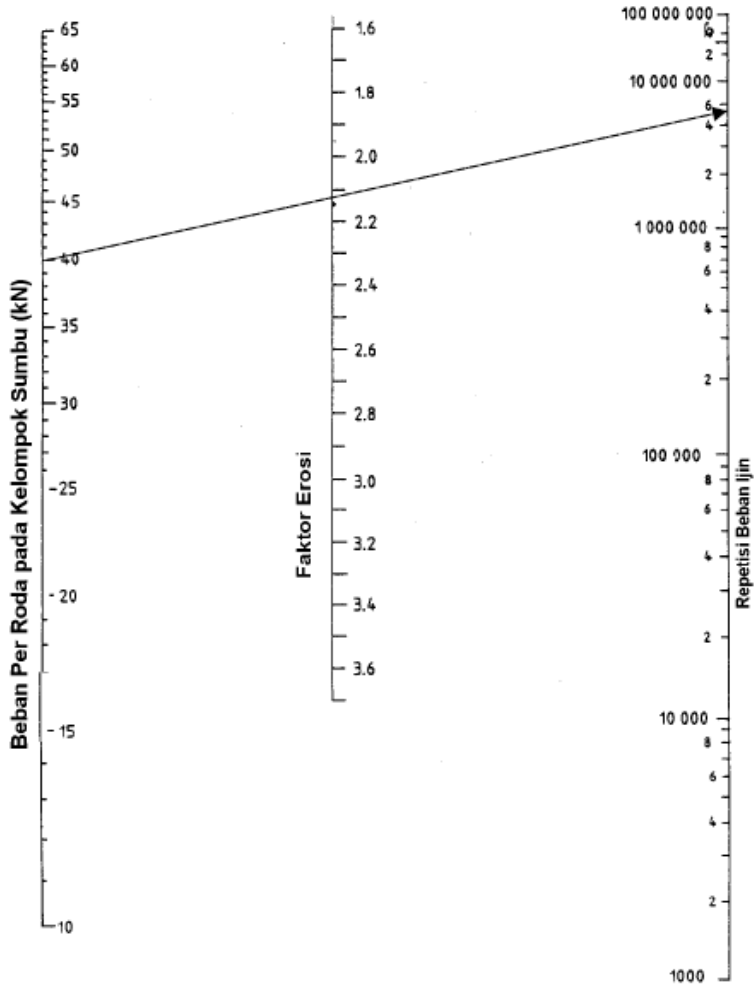
Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Seisra				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STRG	Tanpa Rujl				Dengan Rujl/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRG	STRG	STRT	STRG	STdRG	STRG
200	5	0,51	0,3	0,82	0,6	1,61	2,21	2,45	2,64	1,36	1,97	2,19	2,31
200	10	0,5	0,85	0,76	0,57	1,58	2,18	2,39	2,46	1,34	1,94	2,13	2,26
200	15	0,5	0,82	0,73	0,55	1,56	2,16	2,36	2,42	1,33	1,92	2,1	2,22
200	20	0,48	0,81	0,72	0,54	1,56	2,16	2,34	2,35	1,32	1,92	2,06	2,2
200	25	0,48	0,79	0,7	0,53	1,55	2,15	2,32	2,37	1,31	1,91	2,06	2,17
200	35	0,48	0,76	0,66	0,51	1,53	2,14	2,28	2,32	1,29	1,89	2,02	2,11
200	50	0,47	0,73	0,63	0,49	1,51	2,12	2,23	2,27	1,27	1,87	1,98	2,05
200	75	0,47	0,7	0,5	0,47	1,5	2,1	2,18	2,19	1,25	1,85	1,93	1,98
300	5	0,48	0,86	0,79	0,6	1,57	2,17	2,42	2,52	1,32	1,93	2,16	2,32
300	10	0,48	0,81	0,73	0,55	1,55	2,15	2,36	2,44	1,3	1,91	2,1	2,24
300	15	0,47	0,76	0,7	0,53	1,53	2,14	2,33	2,4	1,29	1,89	2,07	2,2
300	20	0,46	0,77	0,69	0,52	1,52	2,13	2,31	2,37	1,28	1,88	2,05	2,18
300	25	0,46	0,75	0,67	0,51	1,51	2,12	2,29	2,35	1,27	1,87	2,03	2,15
300	35	0,46	0,73	0,64	0,49	1,49	2,1	2,25	2,3	1,25	1,85	1,99	2,09
300	50	0,45	0,7	0,6	0,46	1,48	2,08	2,2	2,24	1,23	1,83	1,95	2,03
300	75	0,45	0,67	0,57	0,45	1,46	2,06	2,15	2,17	1,21	1,81	1,9	1,93
370	5	0,46	0,81	0,78	0,55	1,54	2,14	2,4	2,5	1,29	1,89	2,13	2,23
370	10	0,4	0,77	0,7	0,52	1,51	2,11	2,33	2,42	1,27	1,87	2,07	2,22
370	15	0,46	0,78	0,68	0,5	1,48	2,09	2,3	2,38	1,25	1,86	2,04	2,18
370	20	0,44	0,74	0,66	0,5	1,46	2,09	2,28	2,35	1,24	1,85	2,03	2,15
370	25	0,44	0,72	0,64	0,49	1,46	2,08	2,26	2,33	1,23	1,84	2,01	2,13
370	35	0,43	0,68	0,61	0,47	1,46	2,06	2,22	2,28	1,21	1,82	1,97	2,07
370	50	0,43	0,67	0,58	0,44	1,44	2,04	2,18	2,22	1,19	1,79	1,92	2,01
370	75	0,42	0,63	0,54	0,43	1,42	2,02	2,13	2,15	1,17	1,77	1,87	1,93
320	5	0,44	0,76	0,74	0,53	1,5	2,11	2,37	2,48	1,25	1,85	2,1	2,27
320	10	0,43	0,74	0,68	0,5	1,48	2,08	2,31	2,4	1,23	1,83	2,05	2,19
320	15	0,43	0,72	0,65	0,48	1,46	2,06	2,28	2,36	1,22	1,82	2,02	2,15
320	20	0,42	0,71	0,64	0,46	1,45	2,06	2,26	2,33	1,21	1,81	2	2,13
320	25	0,42	0,69	0,62	0,47	1,44	2,05	2,24	2,31	1,2	1,8	1,96	2,1
320	35	0,41	0,66	0,59	0,45	1,42	2,03	2,2	2,26	1,18	1,78	1,94	2,03
320	50	0,41	0,64	0,55	0,43	1,41	2,01	2,15	2,2	1,15	1,76	1,89	1,98
320	75	0,41	0,62	0,53	0,41	1,38	1,99	2,1	2,12	1,13	1,74	1,84	1,91
300	5	0,42	0,74	0,71	0,51	1,47	2,07	2,35	2,46	1,22	1,82	2,07	2,25
300	10	0,41	0,71	0,65	0,46	1,44	2,05	2,29	2,38	1,19	1,79	2,02	2,17
300	15	0,41	0,69	0,63	0,46	1,42	2,03	2,26	2,34	1,17	1,77	1,99	2,13
300	20	0,4	0,68	0,62	0,46	1,42	2,02	2,24	2,31	1,17	1,77	1,97	2,11
300	25	0,4	0,67	0,6	0,45	1,41	2,01	2,21	2,29	1,16	1,76	1,95	2,08
300	35	0,39	0,64	0,57	0,43	1,38	1,99	2,17	2,24	1,14	1,74	1,91	2,02
300	50	0,38	0,61	0,53	0,41	1,37	1,97	2,13	2,18	1,12	1,72	1,87	1,96
300	75	0,38	0,58	0,51	0,39	1,35	1,95	2,08	2,1	1,1	1,7	1,8	1,89
340	5	0,4	0,71	0,69	0,46	1,44	2,04	2,33	2,44	1,19	1,78	2,05	2,23
340	10	0,39	0,68	0,64	0,47	1,41	2,02	2,26	2,36	1,16	1,76	1,99	2,15
340	15	0,39	0,66	0,61	0,45	1,38	2	2,23	2,32	1,15	1,75	1,96	2,11
340	20	0,38	0,65	0,6	0,44	1,35	1,99	2,21	2,29	1,14	1,74	1,94	2,09
340	25	0,38	0,64	0,58	0,43	1,35	1,98	2,19	2,27	1,13	1,73	1,92	2,06
340	35	0,37	0,62	0,55	0,41	1,36	1,96	2,15	2,22	1,11	1,71	1,89	2
340	50	0,37	0,59	0,52	0,39	1,34	1,94	2,1	2,16	1,08	1,69	1,84	1,94
340	75	0,37	0,57	0,49	0,38	1,32	1,92	2,05	2,08	1,06	1,67	1,79	1,85
350	5	0,38	0,65	0,67	0,47	1,41	2,01	2,31	2,43	1,15	1,75	2,02	2,21
350	10	0,37	0,65	0,62	0,45	1,38	1,98	2,24	2,35	1,13	1,73	1,97	2,13
350	15	0,37	0,63	0,59	0,44	1,36	1,96	2,21	2,3	1,11	1,71	1,94	2,09
350	20	0,36	0,62	0,58	0,43	1,35	1,96	2,19	2,28	1,1	1,7	1,92	2,07
350	25	0,36	0,61	0,56	0,42	1,35	1,95	2,17	2,25	1,09	1,69	1,9	2,04
350	35	0,36	0,59	0,53	0,4	1,33	1,93	2,13	2,19	1,07	1,67	1,88	1,98
350	50	0,36	0,57	0,5	0,38	1,31	1,91	2,08	2,14	1,05	1,65	1,87	1,92
350	75	0,35	0,55	0,47	0,36	1,29	1,89	2,03	2,06	1,03	1,63	1,76	1,84

STRT: Sumbu Tunggal Rode Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Rode Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Rode Ganda; STRG: Su

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003



Gambar 2. 12 Grafik Rasio Tegangan



Gambar 2. 13 Grafik Faktor Erosi



### 2.3.6.2 *Perencanaan Tulangan*

Tujuan utama penulangan, yaitu :

1. Membatasi lebar retakan, agar kekuatan plat dapat dipertahankan.
2. Memungkinkan penggunaan plat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan.
3. Mengurangi biaya pemeliharaan.

Jumlah tulangan yang diperlukan dapat dipengaruhi oleh jarak sambungan sust, sedangkan dalam beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut.

### 2.3.7 **Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT)**

Pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan, ada kemungkinan penulangan perlu dipasang guna mengendalikan retak. Bagian-bagian pkat yang diperkirakan akan mengalami retak akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka plat harus diberi tulangan.

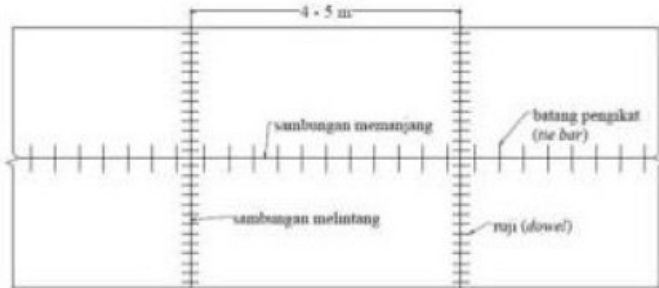
Umumnya, perkerasan ini lebarnya 1 lajur dengan panjang 4-5 m. Perkerasan ini tidak menggunakan tulangan, namun menggunakan ruji (dowel) dan batang pengikat (tie bar).

Penerapan tulangan biasanya dilakukan pada:

1. Plat dengan bentuk tidak lazim. (Plat disebut tidak lazim apabila perbandingan antara panjang dengan lebar lebih besar dari 1,25 atau pola sambungan pada plat tidak benar-benar berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang.
2. Plat sambungan tidak sejalur.

### 3. Plat berlubang

Perencanaan perkerasan beton bersambung tanpa tulangan dapat dilihat seperti pada gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Detail Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan

## 2.4 Perencanaan Drainase untuk Saluran Tepi

Saluran drainase jalan merupakan saluran yang dibuat ditepi jalan yang berfungsi menampung serta mengalirkan air dari permukaan jalan dan daerah sekitar jalan yang masih terdapat pada suatu *catchment area*. Dua hal pokok yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan system drainase untuk jalan raya, ialah :

1. Drainase permukaan.
2. Drainase bawah permukaan.

Adanya drainase permukaan dimaksud untuk menampung, mengalir, dan membuang air hujan yang jatuh dipermukaan perkerasan jalan agar tidak merusak konstruksi jalan yang ada. Fungsi dari drainase, ialah :

1. Menjaga agar permukaan jalan selalu tampak kering terhadap air.

2. Menjaga kestabilan bahu jalan yang disebabkan oleh erosi.

Permukaan yang baik pada perkerasan maupun drainase dibuat miring dengan tujuan agar air dapat mengalir sari perkerasan jalan. Kemiringan melintang dapat di tentukan seperti dalam tabel 2.12.

Tabel 2. 12 Kemiringan Melintang terhadap Jenis Lapisan Permukaan

No	Jenis Lapisan Permukaan Jalan	Kemiringan Melintang Normal (i)
1	Beraspal, beton	2% - 3%
2	Japat dan Tanah	4% - 6%
3	Kerikil	3% - 6%
4	Tanah	4% - 5%

*Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003*

Hubungan kemiringan selokan samping dan jenis material dapat ditentukan seperti pada tabel 2.13

Tabel 2. 13 Hubungan Kemiringan Selokan Samping

Jenis Material	Kemiringan Selokan Samping
Tanah Asli	0 – 5
Kerikil	5 – 7,5
Pasangan	7,5

*Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003*

### 2.4.1 Analisa Data Hidrologi

Ada beberapa hal yang perlu diperhitngkan pada analisa hidrologi :

a. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang dipakai dalam perencanaan jalan sistem drainase jalan adalah data curah hujan harian maksimum dalam setahun yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari stasiun curah hujan yang terdekat dengan lokasi sistem drainase, jumlah data curah hujan paling sedikit diperkirakan sekitar 10 tahun.

b. Waktu Curah Hujan

Lamanya waktu curah hujan ditentukan berdasarkan hasil penyelidikan Van Breen bahwa hujan harian yang terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan terbesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam.

c. Tinggi Hujan Rencana

Untuk mendapatkan tinggi hujan rencana dengan masa ulang T dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini :

$$R1 = R + \frac{Sx}{Sn} (Y1 - Yn) \dots\dots\dots (2.33)$$

Dimana :

$$Sx = \sqrt{\frac{\Sigma (R1 - R)^2}{n}} \dots\dots\dots (2.34)$$

maka,

$$I = \frac{90\% R1}{4} \dots\dots\dots (2.35)$$

Keterangan :

$R_t$  = Besar curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

$R$  = Tinggi hujan Maksimum rata-rata.

$Y_t$  = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang.

$Y_n$  = Nilai yang tergantung pada n.

$S_n$  = Standar deviasi yang merupakan fungsi n.

Tabel periode ulang hujan dapat ditentukan seperti dalam table

Tabel 2. 14 Periode Ulang hujan

Periode ulang (tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : SNI 03-3424-1994

$Y_n$  dapat diperoleh dengan menggunakan tabel 2.15

Tabel 2. 15 Nilai  $Y_n$

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5126	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

Sumber : SNI 03-3424-1994

$S_n$  dapat diperoleh dengan menggunakan tabel 2.16

Tabel 2. 16 Nilai  $S_n$

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316
20	0,0628	1,0695	1,0695	1,0811	1,0854	1,0915	1,0961
30	0,1124	1,1199	1,1199	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313
40	0,1413	1,1435	1,1435	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538
50	0,1607	1,1523	1,1523	1,1558	1,1557	1,1581	1,1596
60	0,17447	1,1759	1,1759	1,1782	1,1782	1,1803	1,1814
70	0,1899	1,1653	1,1653	1,1681	1,1690	1,1698	1,1906
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980
90	0,2007	1,2013	1,2013	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044

Sumber : SNI 03-3424-1994

Setelah memperoleh nilai I dari persamaan di atas, maka kemudian diplot pada kurva basis dibawah ini, sehingga didapat nilai I rencana.

d. Waktu Konsentrasi (TC)

Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang dibutuhkan oleh aliran air untuk dapat mencapai suatu titik tertentu pada saluran drainase. Waktu konsentrasi dipengaruhi oleh kemiringan seluran, kecepatan aliran dan kondisi permukaan saluran. Dari ketiga hal tersebut, perhitungan waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$T_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots (2.36)$$

dimana :

$$t_1 = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \dots\dots\dots (2.37)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times V} \times 2.42 \dots\dots\dots (2.38)$$

Keterangan :

$T_c$  = Waktu konsentrasi

$t_1$  = *Inlet time (overload flow time )* atau waktu yang diperlukan oleh air limpahan untuk mencapai lokasi fasilitas drainase dari titik terjauh yang terletak di *catchment area* dan jalan itu sendiri.

$T_2$  = *Time of flow (channel flow time )* atau waktu yang diperlukan oleh air limahan untuk mengalir melalui drainase.

$L_o$  = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

$L$  = Panjang saluran (m)

$n_d$  = Koefisien hambatan

$S$  = Kemiringan daerah pengaliran

$V$  = Lecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)

Hubungan kondisi permukaan dengan koeisien hambatan dapat di tentukan seperti dalam tabel 2.17.

Tabel 2. 17 Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan

<b>Kondisi Lapis Permukaan</b>	<b><math>n_d</math></b>
Lapisan semen dan aspal beton	0,013
Permukaan licin dan kedap air	0,020
Permukaan licin dan kokoh	0,10
Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,20
Padang rumput dan rerumputan	0,40
Hutan gundul	0,60
Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,80

*Sumber : SNI 03-3424-1994*

Kecepatan aliran yang diizinkan berdasarkan jenis material dapat ditentukan seperti dalam table

Tabel 2. 18 Kecepatan Aliran yang Diizinkan

No	Jenis Bahan	Kecepatan Aliran yang Diizinkan
----	-------------	---------------------------------



		(m/s)
1	Pasir halus	0,45
2	Lempung kepasiran	0,5
3	Lanau alluvial	0,6
4	Kerikil halus	0,75
5	Lempung kokoh	0,75
6	Lempung padat	1,1
7	Kerikil kasar	1,2
8	Batu-batu besar	1,5
9	Pasangan batu	0,60 – 1,80
10	Beton	0,60 – 3,0
11	Beton bertulang	0,60 – 3,0

Sumber : SNI 03-3424-1994

e. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran batasnya tergantung dari daerah pembebasan dan daerah sekelilingnya :

$$L = A = L1 + L2 + L3 \dots\dots\dots (2.39)$$

L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan

L1 = Ditetapkan dari as jalan bagian tepi perkerasan

L2 = Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai bahu jalan

L3 = Tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maksimum 100 m

A = Luas daerah pengaliran

f. Intensitas Hujan Maksimum

Untuk mendapatkan intensitas hujan maksimum maka hasil perhitungan waktu konsentrasi diplotkan pada kurva basis rencana.

g. Menentukan Koefisien Pengaliran

Aliran yang masuk kedalam saluran drainase berasal dari suatu *catchment area* disekitar saluran drainase untuk menentukan koefisien pengaliran dipergunakan persamaan dibawah ini :

$$c = \frac{C1.A1 + C2.A2 + C3.A3 + \dots}{A1 + A2 + A3 + \dots} \dots\dots\dots (2.40)$$

Dimana :

C1, C2, C3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan.

A1, A2, A3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan.

h. Debit Aliran

Debit aliran air adalah jumlah air yang mengalir masuk kedalam saluran tepi. Dari keseluruhan analisa hidrologi di atas, maka debit air yang melalui saluran drainase dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini :

$$Q = \frac{1}{3,6} C I A \dots\dots\dots (2.41)$$

Dimana :

Q = Debit air (m<sup>3</sup>/det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

i. Kemiringan Saluran

Kemiringan saluran dapat dilihat seperti dalam tabel 2.27. Kemiringan saluran ditentukan dari hasil pengukuran di lapangan, dan dapat dihitung menggunakan rumus ini :

$$i = \frac{t_0 - t_1}{L} \times 100\% \dots\dots\dots (2.42)$$

Tabel 2. 19 Kemiringan Melintang Normal

No	Jenis Lapisan Permukaan Jalan	Kemiringan Melintang Normal (i)
1	Beraspal, beton	2% - 3%
2	Japat dan Tanah	4% - 6%
3	Kerikil	3% - 6%
4	Tanah	4% - 5%

Sumber : SNI 03-3424-1994

j. Kecepatan Rata-rata (V)

Kecepatan rata-rata air dipengaruhi oleh koeisien kekasaran, jari-jari dan kemiringan saluran. Kecepatan rata-rata air dalam saluran drainase jalan dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini :

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.43)$$

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata (m/det)

R = Jari-jari (m)

$i$  = Kemiringan saluran

$n$  = Koefisien kekasaran

## **2.5 Metode Pelaksanaan**

### **2.5.1 Umum**

Dalam sebuah proyek perencanaan metode pelaksanaan sangatlah diperlukan untuk mengetahui langkah – langkah apa saja yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek tersebut. Metode pelaksanaan juga berperan penting untuk menentukan berapa estimasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek tersebut. Dalam menentukan metode pelaksanaan untuk sebuah proyek jalan, beberapa hal-hal umum yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan Mobilisasi dan Demobilisasi
2. Pekerjaan Tanah.
3. Pekerjaan Drainase.
4. Pekerjaan Perkerasan.
5. Waktu Pengerjaan Proyek
6. Kapasitas Pengerjaan Proyek

### **2.5.2 Pekerjaan Mobilisasi dan Demobilisasi**

Pekerjaan mobilisasi yaitu pekerjaan awal yang mempersiapkan segala sesuatu kebutuhan yang menunjang berjalannya proyek. Seperti menyiapkan akses jalan, menyiapkan alat-alat berat untuk pekerjaan proyek. Beberapa pekerjaan mobilisasi secara umum yaitu :

#### **2.5.2.1 Kantor Lapangan dan Fasilitasnya**

Tahap awal dari pekerjaan mobilisasi adalah penentuan lokasi basecamp, pembuatan Kantor Lapangan dan fasilitasnya dilokasi proyek dan kemudian dilanjutkan dengan mobilisasi peralatan yang diperlukan sesuai dengan tahapan pelaksanaan pekerjaan.

#### *2.5.2.2 Material dan Penyimpanan*

Material yang akan digunakan didalam pekerjaan harus menemui spesifikasi dan standard yang berlaku, baik ukuran, type maupun ketentuan lainnya sesuai petunjuk Direksi Teknis. Semua material yang akan digunakan untuk proses pekerjaan diambil dari Quarry yang berada paling dekat dengan lokasi. Serta setelah semua material dan peralatan berada di lokasi proyek, lokasi proyek harus mempunyai tempat yang tepat untuk meletakkan dan menyimpan material dan peralatan tersebut.

#### *2.5.2.3 Jadwal Konstruksi*

Jadwal konstruksi dibuat pihak kontraktor, diajukan kepada Direksi Teknis untuk dibahas dan mendapatkan persetujuan pada saat dilaksanakan rapat pendahuluan.

#### *2.5.2.4 Demobilisasi*

Semua alat kerja yang digunakan pada akhir/finishing pelaksanaan pekerjaan segera dilakukan Demobilisasi kembali kepada Pemberi Dukungan Alat.

### **2.5.3 Pekerjaan Tanah**

Pekerjaan tanah diantaranya meliputi :

1. Galian.
2. Timbunan.
3. Pengangkutan dan penghamparan material.
4. Pemadatan material
5. Dan penyiapan badan jalan

### **2.5.4 Pekerjaan Drainase**

Untuk pekerjaan drainase, Galian untuk selokan drainase dan saluran air harus dilakukan baik pada sisi kanan dan kiri jalan sepanjang jalan yang akan dikerjakann. Pelaksanaan galian untuk selokan drainase dan saluran air meliputi :

1. Penggalian dilakukan dengan menggunakan Excavator.
2. Selanjutnya Excavator menuangkan material hasil galian kedalam Dump Truck.
3. Dump Truck membuang material hasil galian keluar lokasi jalan sejauh.
4. Sekelompok pekerja akan merapikan hasil galian.

### **2.5.5 Pekerjaan Perkerasan**

Untuk pekerjaan perkerasan rigid, secara umum hal-hal yang harus diperhatikan adalah tahap-tahapan sebagai berikut :

1. Pekerjaan penyiapan tanah dasar dan lapisan pondasi bawah
2. Pemeriksaan bentuk akhir lapis pondasi bawah sebelum dihampar material beton
3. Pemasangan membrane kedap air
4. Pemasangan bekisting
5. Pengcoran lapis perkerasan

### **2.5.6 Rencana Anggaran Biaya**

#### **2.6.1 Umum**

Perhitungan rencana anggaran biaya ialah proses perhitungan untuk menentukan nilai atau besarnya kebutuhan biaya untuk mendirikan suatu konstruksi bangunan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan besarnya harga satuan bangunan, yaitu :

1. Volume pekerjaan
2. Harga bahan dan peralatan
3. Upah untuk tenaga pekerjaan

Perhitungan rencana anggaran biaya dibuat sebelum dilakukannya pembangunan, tepatnya setelah perencanaan fisik bangunan. Oleh karena itu, jumlah anggaran yang didapatkan hanyalah merupakan taksiran perhitungan,

tergantung dari kemampuan personel berdasarkan pengalaman. Selain itu, pemilihan metode yang tepat akan menghasilkan ketepatan perhitungan yang lebih optimal.

Dalam perhitungan rencana anggaran biaya yang akan dipaparkan dalam laporan ini digunakan daftar analisa harga satuan pekerjaan yang diperoleh dari buku panduan Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, yakni “Buku Petunjuk Analisa Biaya Harga Satuan Pekerjaan”. Sehingga, tidak ditunjukkan perhitungan untuk menentukan koefisien tenaga kerja, bahan, dan peralatan yang digunakan pada tiap-tiap satuan pekerjaan

### **2.6.2 Volume Pekerjaan**

Volume pekerjaan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perhitungan rencana anggaran biaya, yaitu sebagai salah satu faktor pengali untuk harga satuan. Perhitungan volume ini didasarkan pada perencanaan profil melintang (*cross section*) dan profil memanjang (*long section*).

### **2.6.3 Analisa Harga Satuan Pekerjaan**

Harga satuan pekerjaan merupakan hasil yang diperoleh dari proses perhitungan dari masukan-masukan antara lain berupa harga satuan dasar untuk bahan, alat, upah, tebaga kerja serta biaya umum dan keuntungan. Berdasarkan masukan tersebut dilakukan perhitungan untuk menentukan koefisien bahan, upah tenaga kerja, dan peralatan setelah lebih dahulu menentukan asumsi-asumsi dan faktor-faktor serta prosedur kerjanya. Jumlah dari seluruh hasil perkalian koefisien tersebut dengan harga satuan ditambah dengan biaya minimum dan keuntungan menghasilkan harga satuan pekerjaan.

Analisa harga satuan pekerjaan ini meliputi beberapa item pekerjaan, antara lain :

1. Pekerjaan Persiapan
  - a. Pengukuran
  - b. Mobilisasi dan demobilisasi
  - c. Direksi keet
2. Pekerjaan Tanah
  - a. Pembersihan lapangan dan peralatan
  - b. *Cut and fill*
3. Pekerjaan Perkerasan Lentur
  - a. Pembersihan lapis pondasi bawah kelas B
  - b. Pekerjaan lapis pondasi atas batu pecah
  - c. kelas A
  - d. Pekerjaan lapis resap pengikat (*prime koot*)
  - e. Produksi dan penghamparan LASTON
4. Perkerjaan Perkerasan Kaku
  - a. Pekerjaan pembesian
  - b. Pekerjaan beton K-350
5. Pekerjaan Drainase
  - a. Pekerjaan galian



## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1 Umum**

Metodologi perencanaan adalah cara dan urutan kerja suatu perhitungan untuk mendapatkan hasil / kesimpulan dari pelebaran jalan, tebal perkerasan jalan, *overlay*, dimensi saluran telah dilebarkan, dan anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan.

Metodologi perencanaan disusun untuk mempermudah pelaksanaan perencanaan melalui prosedur kerja yang sistematis, teratur dan tertib. Sehingga dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Metodologi yang kami gunakan untuk menyelesaikan tugas akhir adalah sebagai berikut :

#### **3.2 Persiapan**

Tahapan persiapan meliputi :

1. Studi literature yakni mempelajari berbagai macam literature buku atau buku referensi
2. Mencari informasi terkait objek dan peminjaman data untuk tugas akhir
3. Membuat dan mengajukan berkas-berkas yang diperlukan untuk memperoleh data
4. Mengumpulkan data dan segala bentuk kegiatan / hasil survey yang sekiranya dapat mendukung dalam penyusunan proposal tugas akhir

#### **3.3 Pengumpulan Data**

Pengumpulan Data diperoleh dari data primer dan data sekunder

##### **3.3.1 Data Primer**

Teknik pengumpulan data yang diperoleh dengan melakukan wawancara secara langsung dengan pihak-pihak terkait, \_\_\_\_\_ meliputi \_\_\_\_\_ :

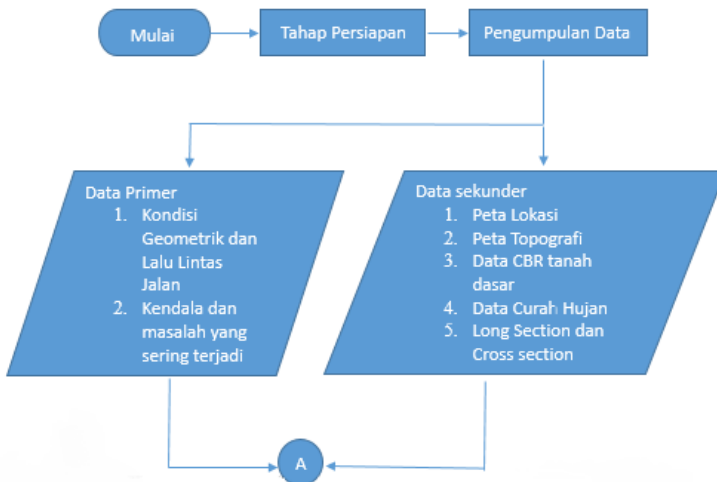
1. Kondisi Geometrik dan Lalu Lintas Jalan
2. Kendala dan masalah yang sering terjadi pada daerah studi

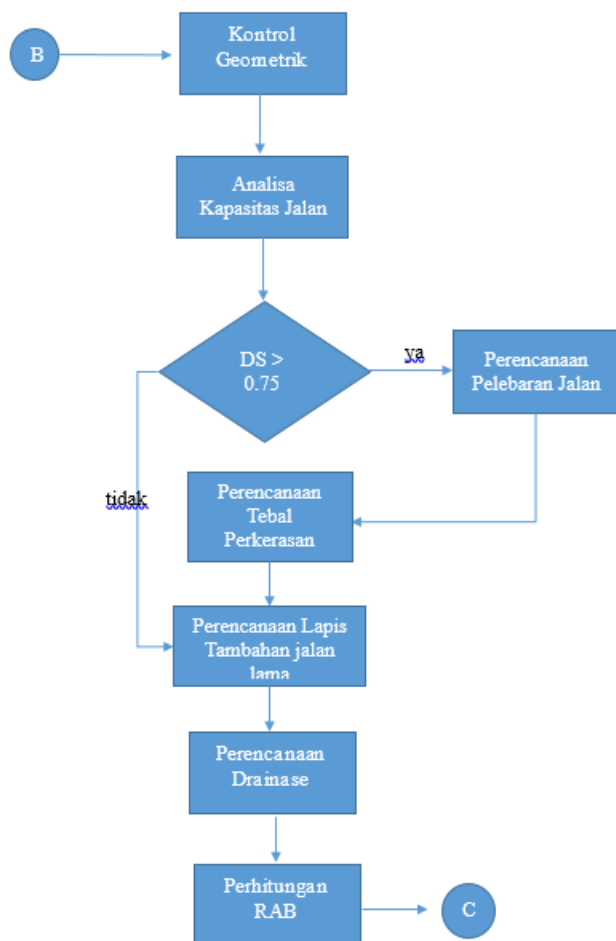
### 3.3.2 Data Sekunder

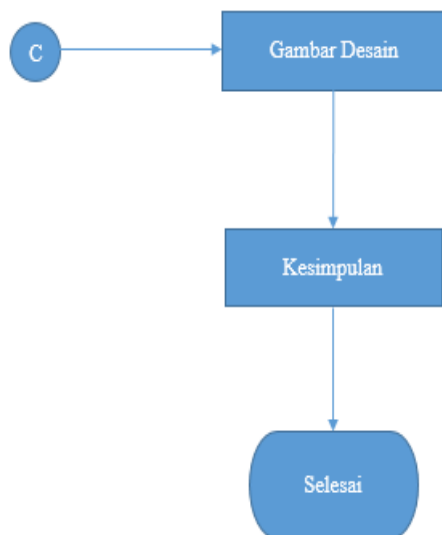
Teknik pengumpulan data yang diperoleh tanpa melakukan pengamatan secara langsung atau data tersebut telah ada di instansi terkait, meliputi :

1. Peta lokasi proyek
2. Peta topografi
3. Data CBR tanah dasar
4. Data Bengkleman Beam
5. Data curah hujan
6. Data *long section* dan *cross section*

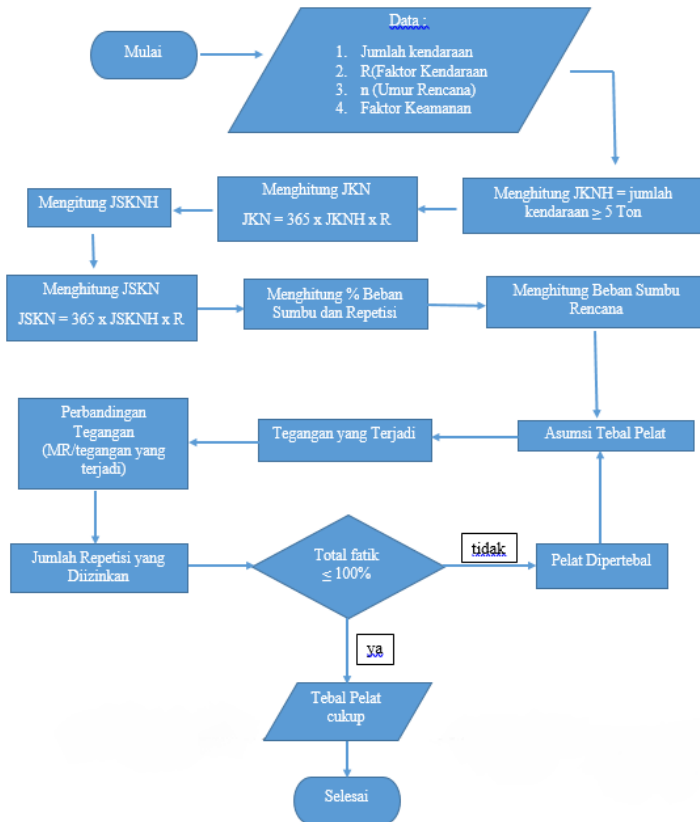
### 3.4 Bagan Alir Metodologi







### 3.5 Flowchart Perkerasan Kaku



### 3.6 Analisis Pengolahan Data

#### 3.6.1 Perencanaan Geometrik Jalan

Tahap ini berupa control terhadap geometrik jalan, apakah geometrik jalan yang ada masih memenuhi standar kenyamanan dan keamanan pengendara.

- A. Alinyemen horizontal
- B. Alinyemen vertikal

### **3.6.2 Perencanaan Pelebaran Jalan**

Dalam pelebaran jalan, data-data yang perlu dianalisis adalah data jumlah kendaraan/LHR.

### **3.6.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan**

Dalam merencanakan tebal perkerasan, data yang perlu dihitung :

- a. Struktur dan jenis perkerasan
- b. Penentuan besarnya rencana
- c. Perencanaan tebal plat
- d. Perencanaan tulangan
- e. Teknik penyambungan dan penulangan

### **3.6.4 Perencanaan Drainase**

Dalam merencanakan drainase, langkah-langkahnya adalah :

- a. Analisa hidrologi
- b. Menghitung koefisien pengaliran
- c. Menghitung kemiringan saluran
- d. Menghitung kecepatan rata-rata
- e. Menghitung debit aliran
- f. Menghitung dimensi saluran

### **3.6.5 Gambar Perencanaan**

Pada tahap ini, gambar rencana berupa gambar dari hasil perhitungan perencanaan jalan dan perencanaan drainase. Setelah perencanaan dan perhitungan telah selesai, maka dilanjutkan dengan pembuatan gambar rencana. Gambar rencana ini digunakan sebagai media komunikasi dalam tahap pelaksanaan.

### **3.6.6 Metode Pelaksanaan**

Metode pelaksanaan merupakan urutan kerja pada pelaksanaan konstruksi jalan yang direncanakan.

### **3.6.7 Rencana Anggaran Biaya**

Rencana anggaran biaya merupakan perencanaan besarnya biaya yang diperlukan untuk membiayai perencanaan hasil.

### **3.6.8 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dan saran berisi mengenai kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil studi ini.

***(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)***



## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Umum**

Perencanaan peningkatan Jalan Lingkar Timur Sidoarjo ini mengacu pada perencanaan jalan yang sudah ada, dimana data tentang kondisi jalan eksisting yang berupa perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) telah ada. Kelengkapan data sangat dibutuhkan untuk kualitas jalan yang akan ditingkatkan. Untuk merencanakan suatu pekerjaan jalan, hal pertama yang harus dilakukan adalah survei lokasi yang akan dikerjakan. Melalui survei tersebut bisa diketahui kondisi perkiraan jalan yang akan dibangun dan kemudian berlanjut dengan penyusunan perencanaan dan pelaksanaan.

Untuk mendukung perencanaan yang baik dan maksimal, maka data-data yang dibutuhkan antara lain :

- a. Peta lokasi proyek
- b. Data geometrik jalan eksisting
- c. Data CBR tanah dasar
- d. Data lalu-lintas harian rata-rata
- e. Data curah hujan
- f. Gambar *long section* eksisting

#### **4.2 Pengumpulan Data**

##### **4.2.1 Peta Lokasi**

Jalan Lingkar Timur ini berada di Kabupaten Sidoarjo Provinsi Jawa Timur. Jalan ini menghubungkan Kecamatan Candi dengan Kecamatan Buduran yang dipergunakan untuk kendaraan berat agar tidak melintasi tengah Kota Sidoarjo dan memiliki panjang 12 km.

Dan khususnya pada STA yang ditinjau pada Tugas Akhir ini yaitu pada STA 4+650 yang terletak di Desa Bluru Kidul sampai dengan 7+650 yang terletak di Desa Wadungasih.

#### 4.2.2 Data Geometrik Jalan

Data geometric jalan secara umum menyangkut aspek-aspek bagian jalan diantaranya yaitu lebar perkerasan, lebar bahu jalan, alinyemen horizontal, alinyemen vertikal, dan lain-lain.

Tujuan utama penggunaan geometric jalan adalah untuk memperhitungkan syarat-syarat konstruksi jalan yang aman dan nyaman bagi pengguna jalan.

Dari data eksisting Jalan Lingkar Timur Kabupaten Sidoarjo memiliki desain yang ditentukan oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Data Eksisting Jalan

No	Kriteria Jalan Eksisting	Dimensi
1	Lebar Perkerasan Jalan Utama	7m
2	Lebar Bahu Jalan	1m

*Sumber : Dinas PU Kabupaten Sidoarjo*

#### 4.2.3 Data CBR Tanah Asli

Survei tanah pada Jalan Lingkar Timur Kabupaten Sidoarjo dilakukan untuk mendapatkan data keadaan tanah berupa data CBR yang akan digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan. Data CBR ini didapatkan dari tes DCP (*Dynamic Cone Penetration*) yang dilakukan di lokasi awal perencanaan. Berikut data CBR tanah asli :

Tabel 4. 2 Data CBR Tanah Asli

NO	STA	CBR (%)
1	0 + 750	2.58
2	1 + 200	3.08
3	2 + 350	3.22
4	3 + 100	2.26
5	3 + 575	2.15
6	4 + 000	3.15
7	4 + 650	3.05
8	5 + 000	3.15
9	5 + 750	3.12
10	6 + 200	2.83
11	7 + 350	2.20
12	8 + 000	2.35
13	8 + 450	2.38

*Sumber : Dinas PU Kabupaten Sidoarjo*

#### 4.2.4 Data Lalu Lintas Harian

Data lalu lintas ini diperlukan untuk memperkirakan perkembangan lalu lintas harian rata-rata pertahun sampai umur rencana. Selain itu dapat digunakan untuk merencanakan tebal lapis perkerasan dan kapasitas jalan, khususnya pada jalan utama. Berikut data lalu lintas pada tahun 2017 yang didapat dari Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo dapat dilihat sesuai dengan tabel

## Data 2017 Utara - Selatan

Tabel 4. 3 Data Lalu Lintas 2017 Utara - Selatan  
(Puncak Pagi)

Smp/jam (Puncak Pagi)				
Pukul	MC	LV	HV	total
06.00 - 07.00	376	266	82	724
06.15 - 07.15	424	248	99	771
06.30 - 07.30	455	263	131	850
06.45 - 07.45	461	265	166	892
07.00 - 08.00	447	249	173	869
07.15 - 08.15	409	267	173	849
07.30 - 08.30	375	249	161	784
07.45 - 08.45	344	236	151	731
08.00 - 09.00	336	244	143	723
Total smp/jam	3627	2287	1279	7193

*Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo*

Tabel 4. 4 Data Lalu Lintas 2017 Utara - Selatan  
(Puncak Siang)

Smp/jam (Puncak Siang)				
Pukul	MC	LV	HV	total
12.00 - 13.00	393	240	212	845
12.15 - 13.15	390	243	197	830
12.30 - 13.30	427	208	220	856
12.45 - 13.45	419	196	203	818
13.00 - 14.00	377	189	200	766
Total smp/jam	2006	1076	1032	4115

*Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo*

Tabel 4. 5 Data Lalu Lintas 2017 Utara - Selatan  
(Puncak Sore)

Smp/jam (Puncak Sore)				
Pukul	MC	LV	HV	total
16.00 - 17.00	429	252	201	883
16.15 - 17.15	433	241	184	858
16.30 - 17.30	442	231	169	843
16.45 - 17.45	389	233	171	793
17.00 - 18.00	342	234	168	744
17.15 - 18.15	320	226	156	701
17.30 - 18.30	308	224	168	700
17.45 - 18.45	289	228	168	685
18.00 - 19.00	298	213	168	679
Total smp/jam	3250	2082	1553	6886

*Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo*

Selatan - Utara

Tabel 4. 6 Data Lalu Lintas 2017 Selatan - Utara  
(Puncak Pagi)

Smp/jam (Puncak Pagi)				
Pukul	MC	LV	HV	total
06.00 - 07.00	448	325	54	827
06.15 - 07.15	459	362	70	891
06.30 - 07.30	449	370	98	917
06.45 - 07.45	419	364	114	897
07.00 - 08.00	397	369	121	887
07.15 - 08.15	377	356	128	861
07.30 - 08.30	377	370	133	880

07.45 - 08.45	365	354	133	852
08.00 - 09.00	354	318	140	812
Total smp/jam	3655	3188	991	7824

*Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo*

Tabel 4. 7 Data Lalu Lintas 2017 Selatan - Utara  
(Puncak Siang)

Smp/jam (Puncak Siang)				
Pukul	MC	LV	HV	total
12.00 - 13.00	351	208	194	753
12.15 - 13.15	373	203	177	754
12.30 - 13.30	397	197	177	772
12.45 - 13.45	434	187	180	801
13.00 - 14.00	401	191	175	767
Total smp/jam	1956	986	903	3845

*Sumber : Dinas PU Kabupaten Sidoarjo*

Tabel 4. 8 Data Lalu Lintas 2017 Selatan - Utara  
(Puncak Sore)

Smp/jam (Puncak Sore)				
Pukul	MC	LV	HV	total
16.00 - 17.00	397	324	132	853
16.15 - 17.15	411	296	134	841
16.30 - 17.30	360	298	141	799
16.45 - 17.45	293	289	141	723
17.00 - 18.00	227	242	130	599
17.15 - 18.15	146	245	134	525
17.30 - 18.30	146	231	132	509

17.45 - 18.45	179	240	130	549
18.00 - 19.00	247	211	122	580
Total smp/jam	2406	2376	1196	5978

*Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Sidoarjo*

#### 4.2.5 Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu satuan waktu yang dinyatakan dalam mm/hari. Data ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Kabupaten Sidoarjo. Data curah hujan ini digunakan untuk menghitung tinggi curah hujan rencana yang akan digunakan untuk merencanakan saluran tepi. Data curah hujan dari pengamatan didapat curah hujan rata-rata selama 10 tahun terakhir, data curah hujan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 9 Data Curah Hujan

No	Tahun	Hujan Harian Rata-Rata
		Banjar Kemantren
1	2008	102
2	2009	124
3	2010	115
4	2011	150
5	2012	106
6	2013	125
7	2014	120
8	2015	98
9	2016	138
10	2017	117

*Sumber : Dinas PU Kabupaten Sidoarjo*

#### 4.2.6 Data Gambar Long Section dan Cross Section

Gambar long section digunakan untuk mengecek persamaan kondisi lapangan terkini dengan gambar yang telah direncanakan serta berfungsi untuk mengecek arah aliran saluran dan bangunan sekitar.

### 4.3 Pengolahan Data

#### 4.3.1 Data CBR

Pada tabel dapat diketahui data CBR tanah dasar yang akan digunakan untuk pekerjaan jalan. Perencanaan jalan dimulai dari sta 4+650 sampai 7+650 , tetapi CBR yang digunakan untuk perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4. 10 Nilai CBR yang Digunakan

No	Titik STA (Km)	Nilai CBR
1	4 + 650	3.05
2	5 + 000	3.15
3	5 + 750	3.12
4	6 + 200	2.83
5	7 + 350	2.20
6	8 + 000	2.35

*Sumber : Dinas PU Kabupaten Sidoarjo*

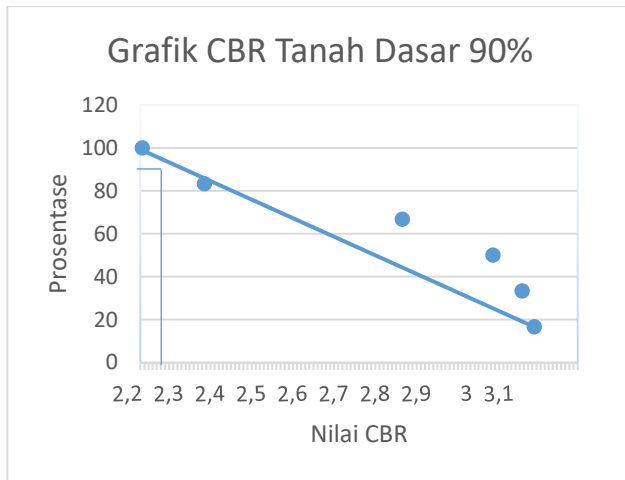
Menentukan nilai CBR yang mewakili

Tabel 4. 11 Nilai CBR yang Sama atau Mewakilkkan

CBR	Jumlah yang sama atau yang lebih besar	Prosentase (%) yang sama atau yang lebih besar
2.20	6	$6/6 \times 100\% = 100\%$
2.35	5	$5/6 \times 100\% = 83.33\%$
2.83	4	$4/6 \times 100\% = 66.67\%$
3.05	3	$3/6 \times 100\% = 50\%$
3.12	2	$2/6 \times 100\% = 33.33\%$
3.15	1	$1/6 \times 100\% = 16.67\%$



Sumber : Hasil Pengolahan Data



Gambar 4. 1 Grafik CBR Tanah Dasar 90%

Berdasarkan hasil CBR dengan cara grafis didapat nilai CBR 90% adalah 2.29%

Cara analitis

$$CBR \text{ Segmen} = CBR \text{ rata - rata} - \frac{(CBR \text{ Maks} - CBR \text{ Min})}{R}$$

$$CBR \text{ rata-rata} = \frac{(\text{Jumlah CBR})}{(\text{Jumlah Titik})}$$

$$= \frac{16,7}{6}$$

$$= 2.783$$

$$CBR \text{ Maks} = 3.15$$

$$CBR \text{ Min} = 2.2$$

Besar Nilai R didapat dari tabel berikut :

Tabel 4. 12 Nilai R

Jumlah Titik Pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,98
9	3,08
>10	3,18

Sumber : Hasil Pengolahan Data

$$\begin{aligned}
 \text{CBR segmen} &= 2,783 - \frac{(3,15 - 2,2)}{2,67} \\
 &= 2,427
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai CBR segmen mendekati dengan nilai CBR terendah dari nilai CBR segmen yang ada di data.

#### 4.3.2 Data Lalu Lintas LHR

Perkiraan pertumbuhan lalu lintas Jalan Lingkar Timur kabupaten Sidoarjo sebesar 4%.

Perhitungan Q pada tahun 2018 untuk lajur dari utara menuju selatan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{low vehicle 2018}} &= Q_{\text{tahun2017}} \times (1 + i)^{UR} \\
 &= 265 \times (1 + 0,04)^1 \\
 &= 276 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ high vehicle } 2018 &= Qtahun2017 \times (1 + i)^{UR} \\
 &= 166 \times (1 + 0,04)^1 \\
 &= 173 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ Motorcycle } 2018 &= Qtahun2017 \times (1 + i)^{UR} \\
 &= 461 \times (1 + 0,04)^1 \\
 &= 479 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan jumlah kendaraan Jalan Lingkar Timur Sidoarjo dari tahun 2017 sampai 2039 dari arah utara menuju selatan :

Tabel 4. 13 Jumlah Kendaraan Tahun 2017 - 2039 Utara - Selatan

Tahun	Q jalan		
	MC	LV	HV
2017	461	265	166
2018	479	276	173
2019(s)	499	287	180
2020	519	298	187
2021	539	310	194
2022	561	322	202
2023	583	335	210
2024	607	349	218
2025	631	363	227
2026	656	377	236
2027	682	392	246
2028	710	408	256

2029	738	424	266
2030	768	441	276
2031	798	459	287
2032	830	477	299
2033	863	496	311
2034	898	516	323
2035	934	537	336
2036	971	558	350
2037	1010	581	364
2038	1051	604	378
2039(f)	1093	628	393

Sumber : Hasil perhitungan

Perhitungan Q pada tahun 2018 untuk lajur dari selatan menuju utara sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{low vehicle 2018}} &= Q_{\text{tahun2017}} \times (1 + i)^{UR} \\
 &= 370 \times (1 + 0,04)^1 \\
 &= 385 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{high vehicle 2018}} &= Q_{\text{tahun2017}} \times (1 + i)^{UR} \\
 &= 98 \times (1 + 0,04)^1 \\
 &= 102 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Motorcycle 2018}} &= Q_{\text{tahun2017}} \times (1 + i)^{UR} \\
 &= 449 \times (1 + 0,04)^1 \\
 &= 467 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan jumlah kendaraan Jalan Lingkar Timur Sidoarjo dari tahun 2017 sampai 2039 dari arah Selatan menuju Utara :

Tabel 4. 14 Jumlah Kendaraan Tahun 2017 - 2039  
Selatan - Utara

Tahun	Q jalan		
	MC	LV	HV
2017	449	370	98
2018	467	385	102
2019(s)	486	400	106
2020	505	416	110
2021	525	433	115
2022	546	450	119
2023	568	468	124
2024	591	487	129
2025	614	506	134
2026	639	527	139
2027	665	548	145
2028	691	570	151
2029	719	592	157
2030	748	616	163
2031	778	641	170
2032	809	666	176
2033	841	693	184
2034	875	721	191
2035	910	750	199
2036	946	780	206
2037	984	811	215
2038	1023	843	223
2039(f)	1064	877	232

Sumber : Hasil perhitungan

***(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)***

## **BAB V**

### **ANALISA PERHITUNGAN**

#### **5.1 Analisa Data Lalu Lintas**

##### **5.1.1 Data Lalu Lintas LHR**

a. Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus lalu lintas (stabil) maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu geometrik, distribusi arah dan kombinasi lalu lintas, serta faktor lingkungan. Dari hasil perhitungan tipe jalan Lingkar Timur Sidoarjo STA 4+650 sampai 7+650 direncanakan 4 lajur 2 arah tak terbagi 4/2 (UD) dengan menggunakan rumus berikut :

Tabel 5. 1 Kapasitas Dasar terhadap Tipe Jalan

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar smp/jam
<b>Empat lajur terbagi</b>	
Datar	1900
Bukit	1850
Gunung	1800
<b>Empat lajur tak terbagi</b>	
Datar	1700
Bukit	1650
Gunung	1600

*Sumber : MKJI 1997*

b. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Tabel 5. 2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Tipe Jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (Wc) (m)	FCw
Empat Lajur terbagi Enam Lajur terbagi	Per lajur	
	3,0	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03

Sumber : MKJI 1997

Dari table faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas untuk tipe jalan 4/2 UD dengan lebar efektif pada table yaitu sebesar 7 m, maka didapatkan nilai  $FCw = 1,00$

- c. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)

Tabel 5. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)

Pemisahan arah SP %- %		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	4/2	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber : MKJI 1997



Dari table faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FCsp) diatas untuk 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2UD) dengan pemisah arah 50%-50% didapatkan nilai FCsp = 1,00

- d. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping

Tabel 5. 4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping

Tipe Jalan	Kelas hambatan	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FCsf)			
		Lebar bahu efektif Ws			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
2/2UD 4/2UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber : MKJI 1997

Dari table faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping untuk Jalan Ligkar Timur Sidoarjo merupakan daerah pemukiman dan persawahan sehingga hambatan samping dapat digolongkan pada kelas sangat rendah (Very Low). Maka dari itu untuk 4 lajur dengan 2 arah tak terbagi dengan lebar bahu efektif 1,5 maka nilai FCsf sebagai berikut : 1,00

### 5.1.2 Menentukan Nilai Kapasitas (C)

Nilai kapasitas (C) dapat di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \text{ (smp/jam)} \dots (5.1)$$

$$= 2 \times 1700 \text{ smp/jam} \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00$$

$$C = 3400 \text{ smp/jam}$$

### 5.1.3 Menentukan Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut layak digunakan atau tidak. Perencanaan jalan perkotaan harus dapat memastikan, bahwa derajat kejenuhan (DS) tidak melebihi nilai yang dapat diterima, yaitu 0.75. Derajat kejenuhan dapat ditentukan menggunakan rumus dibawah ini :

$$DS = Q/C \dots \dots \dots (5.2)$$

$$\begin{aligned} DS_{2017} &= Q_{total\ 2017}/C \\ &= 892/3400 \\ &= 0,26 \text{ (utara ke selatan)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DS_{2017} &= Q_{total\ 2017}/C \\ &= 917/3400 \\ &= 0,27 \text{ (selatan ke utara)} \end{aligned}$$

Berikut adalah perhitungan Derajat Kejenuhan kendaraan Jalan Lingkar Timur Kabupaten Sidoarjo dari tahun 2017 hingga tahun 2039 :

Tabel 5. 5 Derajat Kejenuhan Jalan Lingkar Timur

Tahun	Q jalan			Qtotal utara- selatan	Qtotal selatan- utara	C	DS	
	MC	LV	HV				utara- selatan	selatan- utara

2017	461	265	166	892	917	3400	0.26	0.27
2018	479	276	173	928	954	3400	0.27	0.28
2019(s)	499	287	180	965	992	3400	0.28	0.29
2020	519	298	187	1003	1032	3400	0.30	0.30
2021	539	310	194	1044	1073	3400	0.31	0.32
2022	561	322	202	1085	1116	3400	0.32	0.33
2023	583	335	210	1129	1160	3400	0.33	0.34
2024	607	349	218	1174	1207	3400	0.35	0.35
2025	631	363	227	1221	1255	3400	0.36	0.37
2026	656	377	236	1270	1305	3400	0.37	0.38
2027	682	392	246	1320	1357	3400	0.39	0.40
2028	710	408	256	1373	1412	3400	0.40	0.42
2029	738	424	266	1428	1468	3400	0.42	0.43
2030	768	441	276	1485	1527	3400	0.44	0.45
2031	798	459	287	1545	1588	3400	0.45	0.47
2032	830	477	299	1606	1651	3400	0.47	0.49
2033	863	496	311	1671	1718	3400	0.49	0.51
2034	898	516	323	1738	1786	3400	0.51	0.53
2035	934	537	336	1807	1858	3400	0.53	0.55
2036	971	558	350	1879	1932	3400	0.55	0.57
2037	1010	581	364	1954	2009	3400	0.57	0.59
2038	1051	604	378	2033	2090	3400	0.60	0.61
2039(f)	1093	628	393	2114	2173	3400	0.62	0.64

*Sumber : hasil perhitungan*

Setelah diolah penulis hingga umur rencana yang akan dibuat yaitu 20 tahun dan dimulai tahun 2019, nilai DS diakhir umur rencana yaitu tahun 2039 sebesar 0,62 dan 0,64. Dengan desain jalan 4 lajur 2 arah dengan masing-masing lajur memiliki

lebar 3,50 meter sehingga mampu menampung hingga umur rencana.

## 5.2 Kontrol Geometrik Jalan

Dalam merencanakan sebuah geometric jalan, agar mengetahui jenis geometric yang sesuai untuk dilaksanakan. Geometric jalan dibagi menjadi 2 yaitu :

- a. Alinyemen Horizontal
- b. Alinyemen Vertikal

### 5.2.1 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah garis proyeksi sumbu jalan tegak lurus pada bidang peta, yang biasa disebut tikungan maupun belokan. Dari data yang ada pada Jalan Lingkar Timur Kabupaten Sidoarjo STA 4+650 sampai 7+650 terdapat 8 tikungan, yang terdapat pada STA 5+150, STA 5+450, STA 5+775, STA 6+125, STA 6+565, STA 7+090, STA 7+475, dan STA 7+575.

- a. Tikungan STA 5+150 (Spiral-Circle-Spiral)

Diperoleh data dari gambar eksisting Jalan Lingkar Timur Sidoarjo :

$$R = 10m$$

$$\Delta = 30$$

$$E = 2\%$$

$$F = 0,15$$

$$V \text{ asumsi} = 70 \text{ km/jam}$$

Dikarenakan pada data eksisting tidak diketahui kecepatannya, maka kami mengasumsikan Jalan Lingkar Timur Sidoarjo yang sebagaimana termasuk ke dalam jalan Arteri I Antar Kota maka kecepatan ideal 40 - 80 km/jam.

- Menentukan nilai R min  
Nilai R min dapat dihitung dengan persamaan :

$$R_{min} = \frac{v^2}{127 \times (e_{maks} + f_{maks})} \quad (5.3)$$

$$R_{min} = \frac{(70km/jam)^2}{127 \times (0,02 + 0,15)}$$

$$R_{min} = 226,95 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat} &= R_{min} < R_{rencana} \\ &= 226,95 > 10 \text{ (Tidak OK)} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, nilai R eksisting lebih kecil dari pada nilai Rmin maka dari itu perlu adanya desain ulang untuk tikungan pada STA 5+150

*Redesign* Lengkung Horizontal STA 5+150 (Spiral-Circle-Spiral)

$$R_c = 80$$

$$V_r = 40$$

$$L_s = 10$$

$$E = 2\%$$

$$F_m = 0,15$$

$$\Delta = 30$$

- Menentukan nilai R min  
Nilai R min dapat dihitung dengan persamaan :

$$R_{min} = \frac{v^2}{127 \times (e_{maks} + f_{maks})}$$

$$R_{min} = \frac{(40km/jam)^2}{127 \times (0,02 + 0,15)}$$

$$R_{min} = 74,108 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat} &= R_{min} < R_{rencana} \\ &= 74,108 < 80 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

- Menentukan nilai  $X_s$   
Nilai  $X_s$  dapat dihitung dengan persamaan :

$$X_s = L_s \times \left( 1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2} \right)$$

$$X_s = 10 \times \left( 1 - \frac{10^2}{40 \times 80^2} \right)$$

$$X_s = 9,996 \text{ m}$$

- Menentukan nilai  $Y_s$   
Nilai  $Y_s$  dapat dihitung dengan persamaan :

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R_c}$$

$$Y_s = \frac{10^2}{6 \times 80}$$

$$Y_s = 0,2083 \text{ m}$$

- Menentukan nilai  $\theta_s$   
Nilai  $\theta_s$  dapat dihitung dengan persamaan :

$$\theta_s = \frac{90 \times L_s}{\pi \times R_c}$$

$$\theta_s = \frac{90 \times 10}{3,14 \times 80}$$

$$\theta_s = 3,582$$

- Menentukan nilai  $p$   
Nilai  $p$  dapat dihitung dengan persamaan :

$$p = Y_s - R_c(1 - \cos \theta_s)$$

$$p = 0,2083 - 80(1 - \cos 3,582)$$

$$p = 0,0519 \text{ m}$$

- Menentukan nilai  $k$   
Nilai  $k$  dapat dihitung dengan persamaan :

$$k = Ls - \frac{Ls^2}{40 \times Rc^2} - (Rc \times \sin \theta_s)$$

$$k = 10 - \frac{10^2}{40 \times 80^2} - (80 \times \sin 3,582)$$

$$k = 5,0003 \text{ m}$$

- Menentukan nilai Ts

Nilai Ts dapat dihitung dengan persamaan :

$$Ts = [(Rc + p) \tan 0,5\Delta] + k$$

$$Ts = [(80 + 0,0519) \tan 15] + 5,0003$$

$$Ts = 26,4502 \text{ m}$$

- Menentukan nilai Es

Nilai Es dapat dihitung dengan persamaan :

$$Es = [(Rc + p) \sec 0,5\Delta] - Rc$$

$$Es = [(80 + 0,0519) \sec 15] - 80$$

$$Es = 2,876 \text{ m}$$

- Menentukan Nilai Lc

$$Lc = \frac{\Delta - 2\phi_s}{180} \times \pi \times Rc$$

$$Lc = \frac{30 - 2 \times 3,582}{180} \times 3,14 \times 80$$

$$Lc = 31,868$$

- Menentukan nilai L total

Nilai L total dapat dihitung dengan persamaan ;

$$L_{total} = Lc + 2Ls$$

$$L_{total} = 31,868 + 2(10)$$

$$L_{total} = 51,868 \text{ m}$$

- Kontrol

Spiral – Circle – Spiral dapat dikontrol dengan :

$$L_{total} < 2Ts$$

$$51,868 < 2(26,4502)$$

$$51,868 < 52,9004 \quad (\text{OK})$$

Untuk perhitungan Spiral-Circle-Spiral selanjutnya akan disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5. 6 Hasil Perhitungan Alinyemen Horizontal

SCS	STA 5+150	STA 5+450	STA 5+775	STA 6+125	STA 6+565	STA 7+090	STA 7+475	STA 7+575
Data Eksisting								
R eksisting	10	50	50	50	50	50	20	50
Kecepatan $V_r$ (asumsi)	60	60	60	60	60	60	60	60
$\Delta$	30	14	24	9	16	10	34	40
$e$ (superel evasi)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
$f_m$ (asum si)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
CEK	REDES IGN	REDES IGN	REDES IGN	REDES IGN	REDES IGN	REDES IGN	REDES IGN	REDES IGN
Data Redesign								
$R_c$	80	80	320	300	80	300	80	120
$V_r$	40	80	80	80	40	80	40	50
$e$ (superel evasi)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
$f_m$	0.15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
$\Delta$	30	14	24	9	16	10	34	40
$L_s$	10	30	30	30	10	30	10	15
$L_c$	31.866 7	48.151 1	103.97 33	17.100 0	12.328 9	22.333 3	37.448 9	68.733 3
CEK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
$R_{min}$	74.108 4	296.43 35	314.96 06	296.43 35	74.108 4	296.43 35	74.108 4	115.79 43
$\theta_s$	3.5828	2.6871	2.6871	2.8662	3.5828	2.8662	3.5828	3.5828
$p$	0.0520	0.1169	0.1169	0.1247	0.0520	0.1247	0.0520	0.0780



k	5.0003	14.997 7	14.997 7	14.998 4	5.0003	14.998 4	5.0003	7.5007
Ts	26.450 2	54.303 1	83.040 6	38.618 7	16.250 9	41.255 9	29.474 7	51.205 5
Es	2.8759	2.5209	7.2685	1.0527	0.8387	1.2711	3.7097	7.7843
Ltotal	51.866 7	108.15 11	163.97 33	77.100 0	32.328 9	82.333 3	57.448 9	98.733 3

*Sumber : Hasil pengolahan data*

## 5.2.2 Alinyemen Vertikal

Alinyemen Vertikal (Potongan Memanjang), adalah bidang tegak yang melalui as jalan atau proyeksi tegak lurus bidang gambar. Potongan memanjang ini menggambarkan tinggi rendahnya jalan terhadap muka tanah asli. Alinyemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan lengkung vertikal dan bila ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan) atau landai negatif (turunan) atau landai nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung dan lengkung cembung. Kalau pada alinyemen horizontal yang merupakan bagian KRITIS adalah lengkung horizontal (bagian tikungan), maka pada alinyemen vertikal yang merupakan bagian KRITIS justru pada bagian yang lurus.

### A. Perhitungan Lengkung Vertikal Cembung STA 4+825 (P1)

Kecepatan rencana  $V = 80 \text{ km/jam}$

STA PVI  $= 4+825$

Elevasi PVI  $= 51$

#### ▪ Perbedaan kelandaian

Garis 1

$$\begin{aligned}\Delta X &= X_2 - X_1 \\ &= \text{STA } 4+825 - 4+775 \\ &= 50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta Y &= Y_2 - Y_1 \\ &= 51 - 51 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G1 &= \frac{\Delta Y}{\Delta X} \times 100\% \\
 &= \frac{0}{50} \times 100\% \\
 &= 0\%
 \end{aligned}$$

Garis 2

$$\begin{aligned}
 \Delta X &= X2 - X1 \\
 &= \text{STA } 4+850 - 4+825 \\
 &= 25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta Y &= Y2 - Y1 \\
 &= 50,55 - 51 \\
 &= -0,45
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G2 &= \frac{\Delta}{\Delta X} \times 100\% \\
 &= \frac{-0,45}{25} \times 100\% \\
 &= -1,8\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= G2 - G1 \\
 &= -1,8 - 0 = -1,8\% \text{ Cembung}
 \end{aligned}$$

### Panjang Kritis

Tabel 5. 7 Panjang Kritis

Kecepatan pada Awal Tanjakan km/jam	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

Sumber : Deparetemen PU, 1997

Dikarenakan Perbedaan kelandaian 1,8 % kurang dari 3 % maka jalan tersebut datar dan tidak memerlukan adanya panjang kritis

### Panjang Lengkung vertical

- Berdasarkan keluwesan bentuk  
 $L = 0,6 \times V = 0,6 \times 80 = 48$

- Berdasarkan syarat drainase  
 $L = 40 \times A = 40 \times 1,8 = 72$
  - Berdasarkan kenyamanan pengemudi  

$$L = \frac{V}{3,6} \times T = \frac{80}{3,6} \times 3 = 66,67$$
  - Berdasarkan syarat pengurangan goncangan  

$$L = \frac{V^2 \times A}{360} = \frac{80^2 \times 1,8}{360} = 32$$
- Jadi Nilai  $L = 72$  m (diambil terbesar)  
 Cek Syarat  $J_h > L$   
 $139.5895 > 72$  (OK)

Cek Panjang Minimum

$$L_v \text{ Min} = \frac{j h^2}{405} = 48,112 < 72 \text{ (OK)}$$

$$L_v \text{ Min} = Y \times A = 5,4 < 72 \text{ (OK)}$$

$$E_v = \frac{A \times L_v}{800} = \frac{1,8 \times 72}{800} = 0,162$$

$$X = \frac{1}{4} L = 18$$

$$Y = \frac{A \times X^2}{200 \times L} = \frac{1,8 \times 18^2}{200 \times 72} = 0,0405$$

Detail Alinyemen Vertikal

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PVI} - \frac{1}{2} L \\ &= 4825 - 36 \\ &= 4789 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA A} &= \text{STA PVI} - \frac{1}{4} L \\ &= 4825 - 18 \\ &= 4807 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PPV} &= \text{STA PVI} \\ &= 4825 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA B} &= \text{STA PVI} + \frac{1}{4} L \\ &= 4825 + 18 \\ &= 4843 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{STA PTV} &= \text{STA PVI} + \frac{1}{2} L \\
 &= 4825 + 36 \\
 &= 4861
 \end{aligned}$$

Detail Elevasi

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi PLV} &= \text{Elevasi PVI} - \frac{1}{2} L \times G1 \\
 &= 51 - 36 \times 0 \\
 &= 51
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi A} &= \text{Elevasi PVI} - \frac{1}{4} L \times G1 - Y \\
 &= 51 - 18 \times 0 - 0,0405 \\
 &= 50,96
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi PPV} &= \text{Elevasi PVI} - Ev \\
 &= 51 - 0.162 \\
 &= 50,838
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi B} &= \text{Elevasi PVI} + \frac{1}{4} L \times G2 - Y \\
 &= 51 + 18 \times (-1.80\%) - 0.0405 \\
 &= 50,6355
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi PTV} &= \text{Elevasi PVI} + \frac{1}{2} L \times G2 \\
 &= 51 + 36 \times (-1,80\%) \\
 &= 50,352
 \end{aligned}$$

#### B. Perhitungan Lengkung Vertikal Cekung

STA 4+850

Kecepatan rencana  $V = 80 \text{ km/jam}$

STA PVI  $= 4+850$

Elevasi PVI  $= 50,55$

##### ▪ Perbedaan kelandaian

Garis 1

$$\begin{aligned}
 \Delta X &= X2 - X1 \\
 &= \text{STA } 4+850 - 4+825 \\
 &= 25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta Y &= Y2 - Y1 \\
 &= 50,55 - 51 \\
 &= -0,45
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G1 &= \frac{\Delta Y}{\Delta X} \times 100\% \\
 &= \frac{-0,45}{25} \times 100\% \\
 &= -1,80\%
 \end{aligned}$$

Garis 2

$$\begin{aligned}
 \Delta X &= X2 - X1 \\
 &= \text{STA } 4+900 - 4+850 \\
 &= 50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta Y &= Y2 - Y1 \\
 &= 50,481 - 50,55 \\
 &= -0,069
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G2 &= \frac{\Delta Y}{\Delta X} \times 100\% \\
 &= \frac{-0,069}{50} \times 100\% \\
 &= -0,14\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= G2 - G1 \\
 &= -0,14 - (-1,80) \\
 &= 1,66\% \text{ Cembung}
 \end{aligned}$$

### Panjang Lengkung vertical

- Berdasarkan keluwesan bentuk

$$L = 0,6 \times V = 0,6 \times 80 = 48$$

- Berdasarkan syarat drainase

$$L = 40 \times A = 40 \times 1,66 = 66,4$$

- Berdasarkan kenyamanan pengemudi

$$L = \frac{V}{3,6} \times T = \frac{80}{3,6} \times 3 = 66,67$$

- Berdasarkan syarat pengurangan guncangan

$$L = \frac{V^2 \times A}{360} = \frac{80^2 \times 1,66}{360} = 29,51$$

Jadi Nilai  $L = 66,67$  m (diambil terbesar)

Cek Syarat  $J_h < L$

$$139.5895 > 72 \text{ (Tidak OK)}$$

Maka menggunakan rumus

$$L = \frac{A \times jh^2}{120 + 3,5jh} = \frac{1,66 \times 139,5895^2}{120 + 3,5(139,5895)} = 53,15$$

Jadi L yang di gunakan = 53,15

Cek Panjang Minimum

$$Lv \text{ Min} = \frac{jh^2}{405} = 48,112 < 53,15 \text{ (OK)}$$

$$Lv \text{ Min} = Y \times A = 5,4 < 53,15 \text{ (OK)}$$

$$Ev = \frac{A \times Lv}{800} = \frac{1,66 \times 53,15}{800} = 0,11028$$

$$X = \frac{1}{4}L = 13,28$$

$$Y = \frac{A \times X^2}{200 \times L} = \frac{1,66 \times 13,28^2}{200 \times 53,15} = 0,0275$$

Detail Alinyemen Vertikal

$$\begin{aligned} \text{STA PLV} &= \text{STA PVI} - \frac{1}{2}L \\ &= 4850 - 26,575 \\ &= 4823,425 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA A} &= \text{STA PVI} - \frac{1}{4}L \\ &= 4850 - 13,28 \\ &= 4836,712 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PPV} &= \text{STA PVI} \\ &= 4850 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA B} &= \text{STA PVI} + \frac{1}{4}L \\ &= 4850 + 13,28 \\ &= 4863,288 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA PTV} &= \text{STA PVI} + \frac{1}{2}L \\ &= 4850 + 26,575 \\ &= 4876,575 \end{aligned}$$

Detail Elevasi

$$\begin{aligned} \text{Elevasi PLV} &= \text{Elevasi PVI} - \frac{1}{2}L \times G1 \\ &= 50,55 - 26,575 \times -0,018 \\ &= 51,02 = 51 \end{aligned}$$

$$\text{Elevasi A} = \text{Elevasi PVI} - \frac{1}{4}L \times G1 + Y$$

$$= 50,55 - 13,28 \times (-0,018) + 0,0275$$

$$= 50,82$$

$$\text{Elevasi PPV} = \text{Elevasi PVI} + E_v$$

$$= 50,55 + 0.1102$$

$$= 50,66$$

$$\text{Elevasi B} = \text{Elevasi PVI} + \frac{1}{4} L \times G_2 + Y$$

$$= 50,55 + 13,28 \times (-0,14\%) + 0.0275$$

$$= 50,559$$

$$\text{Elevasi PTV} = \text{Elevasi PVI} + \frac{1}{2} L \times G_2$$

$$= 50,55 + 26,575 \times (-0,14\%)$$

$$= 50,513$$

## Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal

Tabel 5. 8 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Vertikal

No	STA	Elevasi	$\Delta x$	$\Delta y$	G	A	Lv	Panjang Kritis	Keterangan
1	4+825	51	50	0	0.00%	-1.80%	72	Tidak Perlu	Cembung
			25	-0.45	-1.80%				
2	4+850	50.55	25	-0.45	-1.80%	1.66%	53.15	Tidak Perlu	Cekung
			50	-0.069	-0.14%				
3	5+025	51	75	0.588	0.78%	-0.78%	66.67	Tidak Perlu	Cembung
			50	0	0.00%				
4	5+550	51	50	0	0.00%	-0.88%	66.67	Tidak Perlu	Cembung
			50	-0.439	-0.88%				
5	5+650	50.669	22	0.21	0.95%	-0.95%	66.67	Tidak Perlu	Cembung
			30	0	0.00%				
6	6+275	50.669	25	0	0.00%	-1.38%	66.67	Tidak Perlu	Cembung
			25	-0.344	-1.38%				
7	6+386	51	36	0.29	0.81%	-0.81%	66.67	Tidak Perlu	Cembung
			39	0	0.00%				
8	7+353	51.713	28	0.389	1.39%	-1.39%	66.67	Tidak Perlu	Cembung
			47	0	0.00%				

STA	PLV		A		PPV		B		PTV	
	STA	Elevasi	STA	Elevasi	STA	Elevasi	STA	Elevasi	STA	Elevasi
4+825	4789.00	51.00	4807.00	50.96	4825.00	50.84	4843.00	50.64	4861.00	50.35
4+850	4823.42	51.03	4836.71	50.82	4850.00	50.66	4863.29	50.56	4876.58	50.51
5+025	4991.67	50.74	5008.33	50.85	5025.00	50.93	5041.67	50.98	5058.34	51.00
5+550	5516.67	51.00	5533.33	50.98	5550.00	50.93	5566.67	50.84	5583.34	50.71
5+650	5616.67	50.35	5633.33	50.49	5650.00	50.59	5666.67	50.65	5683.34	50.67
6+275	6241.67	50.67	6258.33	50.64	6275.00	50.55	6291.67	50.41	6308.34	50.21
6+386	6352.67	50.73	6369.33	50.85	6386.00	50.93	6402.67	50.98	6419.34	51.00
7+353	7319.67	51.25	7336.33	51.45	7353.00	51.60	7369.67	51.68	7386.34	51.71

Sumber : Hasil Pengolahan Data

### 5.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

Sebagai langkah awal perkerasan kaku, dibutuhkan data pertumbuhan lalu lintas sampai akhir umur rencana. Data tersebut diperoleh dari perhitungan pengolahan data sebesar 4%.

Tabel 5. 9 Pertumbuhan Lalu Lintas

Uraian	LHR 2017	LHR 2018	LHR 2019
LV	5773	6004	6244
HV	1836	1909	1986
Uraian High vehicle Asumsi			
Truk 2 Gandar	459	477	496
Truk 3 Gandar	459	477	496
Truk 4 Gandar	459	477	496
Truk 5 gandar	459	477	496

Sumber : Hasil Perhitungan

Nilai LHR Truk gandar 2 sampai 5 kami asumsikan  $\frac{1}{4}$  dari nilai High Vehicle. Dari nilai pertumbuhan lalu-lintas (i) dapat digunakan untuk menentukan faktor pertumbuhan lalu lintas (R) untuk mendapatkan nilai Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN). Untuk perkerasan kaku beban lalu-lintas rencana yang di gunakan adalah yang melebihi 5



ton. Karena itu kendaraan ringan tidak masuk dalam perhitungan.

Tabel 5. 10 Berat Total Maksimal Jenis Kendaraan

No	Jenis kendaraan	Berat Total Max (Ton)
1	Kendaraan Ringan	2
2	Truk 2 Gandar	18,2
3	Truk 3 Gandar	25
4	Truk 4 Gandar	31,4
5	Truk 5 Gandar	42

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003

Tabel 5. 11 Jenis As Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Jenis As
1	Kendaraan Ringan	STRT
		STRT
2	Truk 2 Gandar	STRT
		STRG
3	Truk 3 Gandar	STRT
		STdRG
4	Truk 4 Gandar	STRT
		STRG
5	Truk 5 Gandar	STRT
		STRG
		STdRG

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003

### 5.3.1 Perhitungan Distribusi Beban Sumbu Kendaraan

Dalam survei muatan maksimum kendaraan digunakan untuk mengetahui angka ekuivalen untuk tiap jenis kendaraan, berikut perhitungan distribusi beban sumbu pada tiap jenis kendaraan :

## ➤ Kendaraan Ringan

Muatan Maksimal = 2 ton = 2000 kg, total 2 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan (STRT) =  $50\% \times 2 \text{ ton}$   
 = 1 ton

Beban sumbu belakang (STRT) =  $50\% \times 2 \text{ ton}$   
 = 1 ton

## ➤ Truk 2 Gandar

Muatan Maksimal = 18,2 ton = 18200 kg, total 18,2 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Beban sumbu depan (STRT) =  $34\% \times 18,2 \text{ ton}$   
 = 6,19 ton

Beban sumbu belakang (STRG) =  $66\% \times 18,2 \text{ ton}$   
 = 12,01 ton

## ➤ Truk 3 Gandar

Muatan Maksimal = 25 ton = 25000 kg, total 25 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :

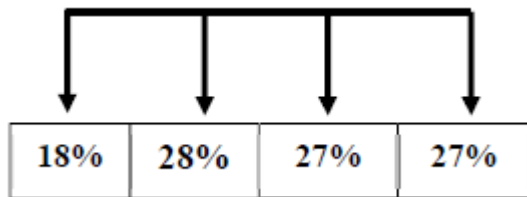


Beban sumbu depan (STRT) =  $25\% \times 25 \text{ ton}$   
 = 6,25 ton

Beban sumbu belakang (STdRG) =  $75\% \times 25 \text{ ton}$   
 = 18,75 ton

➤ Truk 4 Gandar

Muatan Maksimal = 31,4 ton = 31400 kg, total  
 31,4 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai  
 berikut :



Beban sumbu depan (STRT) =  $18\% \times 31,4 \text{ ton}$   
 = 5,65 ton

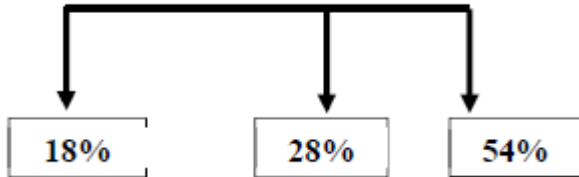
Beban Sumbu belakang (STRG) =  $28\% \times 31,4 \text{ ton}$   
 = 8,79 ton

Beban Sumbu belakang (STRG) =  $27\% \times 31,4 \text{ ton}$   
 = 8,48 ton

Beban Sumbu belakang (STRG) =  $27\% \times 31,4 \text{ ton}$   
 = 8,48 ton

➤ Truk 5 Gandar

Muatan Maksimal = 42 ton = 42000 kg, total 42 ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



$$\begin{aligned}\text{Beban sumbu depan (STRT)} &= 18\% \times 42 \text{ ton} \\ &= 7,56 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban Sumbu belakang (STRG)} &= 28\% \times 42 \text{ ton} \\ &= 11,76 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban Sumbu belakang (STdRG)} &= 54\% \times 42 \text{ ton} \\ &= 22,68 \text{ ton}\end{aligned}$$

Tabel 5. 12 Konfigurasi Beban Sumbu

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)			
	RD	RB	RGD	RGB
Kendaraan Ringan	1	1		
Truk 2 Gandar	6,19	12,01		
Truk 3 Gandar	6,25	18,75		
Truk 4 Gandar	5,65	8,79	8,48	8,48

Truk 5 Gandar	7,56	11,76		22,68
------------------	------	-------	--	-------

*Sumber : hasil perhitungan*

Keterangan :

RD	= Roda Depan
RB	= Roda Belakang
RGD	= Roda Gandeng Depan
RGB	= Roda Gandeng Belakang
BS	= Beban Sumbu
JS	= Jumlah Sumbu
STRT	= Sumbu Tunggal Roda Tunggal
STRG	= Sumbu Tunggal Roda Ganda
STdRG	= Sumbu Tandem Roda Ganda

### 5.3.2 Analisa CBR

Pada perencanaan pembangunan Jalan Lingkar Luar Timur Surabaya ini, Untuk perhitungan pelat beton pada jalan. CBR yang digunakan sebagai berikut :

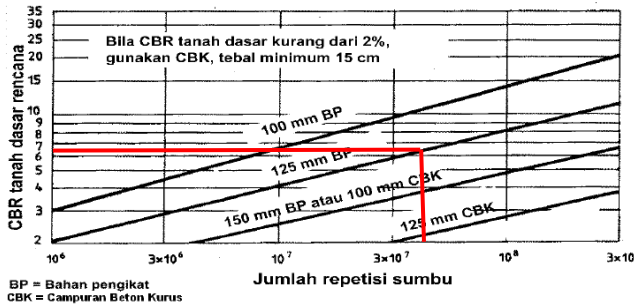
Tabel 5. 13 Analisa CBR

No	STA	Nilai CBR
1	4 + 650	3.05
2	5 + 000	3.15
3	5 + 750	3.12
4	6 + 200	2.83
5	7 + 350	2.20
6	8 + 000	2.35

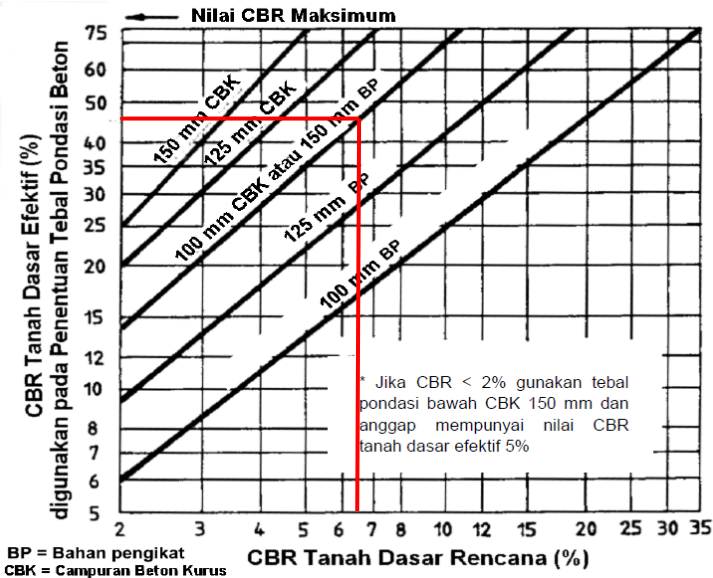
*Sumber : Hasil Perhitungan*

Dari table diatas diketahui nilai CBR tanah asli yaitu 2,427%. Selanjutnya menentukan nilai CBR tanah dasar yaitu 6,5% karena bahan yang digunakan untuk timbunan layer paling atas adalah agregat kelas A. Setelah diketahui nilai CBR tanah kemudian menentukan nilai repetisi sumbu

untuk mengetahui tebal pondasi bawah minimum. Langkah selanjutnya adalah mencari CBR tanah efektif dengan cara memplotkan pada tabel, berikut ini adalah tabelnya :



*Gambar 5. 1 Hubungan Nilai CBR Tanah Dasar terhadap Jumlah Repetisi Sumbu*



Gambar 5. 2 Hubungan antara Nilai CBR Tanah Dasar dengan CBR Tanah Dasar Efektif

### 5.3.3 Pondasi Bawah

Pondasi bawah yang digunakan pada proyek ini adalah bahan pengikat (BP) sesuai dengan PdT – 14 – 2003.

- I. Stabilisasi material berbutir dengan kadar bahan pengikat yang sesuai dengan hasil perencanaan, untuk menjamin kekuatan campuran dan ketahanan terhadap erosi. Jenis bahan pengikat dapat meliputi semen kapur serta abu tebang dan slag yang dihaluskan.
- II. Campuran beraspal bergradasi rapat (dense-rashedpalt)
- III. Campuran beton kuru giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 MPa (55 Kg/ cm<sup>2</sup>)

### 5.3.4 Beton Semen

Kekuatan beton yang digunakan untuk perencanaan jalan pada proyek akhir ini adalah K-350.

### 5.3.5 Umur Rencana

Perencanaan jalan dengan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) pada proyek akhir ini adalah 20 tahun.

### 5.3.6 Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga Per Hari Pada Saat Jalan Dibuka (JSKNH)

Dibawah ini adalah tabel Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebanya :

Tabel 5. 14 Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga (JSKNH)

Jenis Kendaraan	konfigurasi beban sumbu				Jumlah kendaraan (bb)	jumlah sumbu per kendaraan (bh)	JSKNH (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS ton	JS buah	BS ton	JS buah	BS ton	JS buah
Kendaraan Ringan	1	1			6244	2	12488	(kendaraan Ringan tidak dihitung karena < 4 Ton					
Truk 2 Gandar	6.19	12.01			496	2	992	6.19	496	12.01	496		
Truk 3 Gandar	6.25	18.75			496	3	1488	6.25	496			18.75	496
Truk 4 Gandar	5.65	8.79	8.48	8.48	496	4	1984	5.65	496	8.79	496		
										8.48	496		
Truk 5 Gandar	7.56	11.76		22.68	496	4	1984	7.56	496	11.76	496	22.68	496
Jumlah Sumbu kendaraan Niaga saat jalan di buka (JSKNH)							5456		1984		2480		992

Sumber : hasil perhitungan

Jadi berdasarkan perhitungan pada tabel diatas Jumlah kendaraan Truk 2 gandar sampai Truk 5 gandar kami asumsikan bahwa jumlah sumbu kendaraan niaga saat jalan mulai di buka pada tahun 2019 adalah sebesar 5456.



### 5.3.7 Faktor Pertumbuhan Kumulatif (R)

Faktor pertumbuhan kumulatif lalu-lintas mempunyai rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)^{20}-1}{i} \dots\dots\dots (5.4)$$

Keterangan :

R : Faktor pertumbuhan kumulatif Umur rencana (tahun)

UR : Umur rencana (tahun) = 20 tahun

i : Laju pertumbuhan lalulintas pertahun dalam %  
= 4%

$$R = \frac{(1 + 0,04)^{20} - 1}{0,04} = 29,8$$

### 5.3.8 Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi (C)

Lajur rencana dan koefisien distribusi dapat di tentukan dengan tabel di bawah ini, adalah sebesar 0,7 dengan lebar perkerasan  $5,50 \leq LP \leq 8,25$  m.

Tabel 5. 15 Lebar Rencana dan Koefisien Distribusi

Lebar Perkerasan	Jumlah lajur	Koefisien Distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50$ m	1 lajur	1	1
$5,50 \text{ m} < L_p < 8,25$ m	2 lajur	0,7	0,5
$8,25 \text{ m} < L_p < 11,25$ m	3 lajur	0,5	0,475
$11,25 \text{ m} < L_p < 15,00$ m	4 lajur		0,45
$15,00 \text{ m} < L_p < 18,75$ m	5 lajur		0,425
$18,75 \text{ m} < L_p < 22,00$ m	6 lajur		0,4

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003

### 5.3.9 Perhitungan Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga Selama Umur Rencana (JSKN)

Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana 20 tahun adalah sebagai berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots (5.5)$$

$$JSKN = 5456 \times 365 \times 29,8 \times 0,7$$

$$JSKN = \underline{\underline{41541438,4}}$$

Keterangan :

JSKN = Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana

JSKNH = Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan di buka

R = Faktor pertumbuhan komulatif

C = Koefisien distribusi kendaraan

### 5.3.10 Perhitungan Repetisi Sumbu yang Terjadi

Berikut ini adalah hasil perhitungan repetisi sumbu yang terjadi :

Tabel 5. 16 Repetisi Sumbu yang Terjadi

jenis sumbu	Beban Sumbu	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu Lintas Rencana	Repetisi
I	II	III	IV	V	VI	VII
STRT	6.19	496	0.25	0.363636364	41541438.4	3776494.4
	6.25	496	0.25			3776494.4
	5.65	496	0.25			3776494.4
	7.56	496	0.25			3776494.4
Total STRT		1984	1			
STRG	12.01	496	0.2	0.454545455	41541438.4	3776494.4

	8.79	496	0.2			3776494.4
	8.48	496	0.2			3776494.4
	8.48	496	0.2			3776494.4
	11.76	496	0.2			3776494.4
Total STRG		2480	1			
STdRG	18.75	496	0.5	0.181818182	41541438.4	3776494.4
	22.68	496	0.5			3776494.4
Total STdRG		992	1			
Total		5456				41541438

*Sumber : Hasil Perhitungan*

a. Proporsi Beban

Proporsi beban didapatkan dari hasil pembagian antara sumbu tiap beban dibagi dengan total keseluruhan sumbu, seperti dibawah ini :

$$\text{proporsi beban} = \frac{\text{jumlah sumbu dari suatu beban}}{\text{jumlah keseluruhan sumbu}} \quad (5.6)$$

➤ Pada STRT

$$\text{Proporsi Beban 6,19} = \frac{496}{1984} = 0,25$$

$$\text{Proporsi Beban 6,25} = \frac{496}{1984} = 0,25$$

$$\text{Proporsi Beban 5,65} = \frac{496}{1984} = 0,25$$

$$\text{Proporsi Beban 7,56} = \frac{496}{1984} = 0,25$$

➤ Pada STRG

$$\text{Proporsi Beban 12,01} = \frac{496}{2480} = 0,2$$

$$\begin{aligned}\text{Proporsi Beban } 8,79 &= \frac{496}{2480} = 0,2 \\ \text{Proporsi Beban } 8,48 &= \frac{496}{2480} = 0,2 \\ \text{Proporsi Beban } 8,48 &= \frac{496}{2480} = 0,2 \\ \text{Proporsi Beban } 11,76 &= \frac{496}{2480} = 0,2\end{aligned}$$

➤ Pada STdRG

$$\begin{aligned}\text{Proporsi Beban } 18,75 &= \frac{496}{992} = 0,5 \\ \text{Proporsi Beban } 22,68 &= \frac{496}{992} = 0,5\end{aligned}$$

b. Proporsi Sumbu

Proporsi sumbu didapatkan dari perhitungan yaitu hasil bagi antara total keseluruhan jumlah sumbu dibagi total jumlah sumbu keseluruhan jenis kendaraan, berikut adalah perhitungan proporsi sumbu :

*proporsi sumbu*

$$= \frac{\text{total jumlah sumbu dari suatu beban}}{\text{total jumlah keseluruhan sumbu}} \dots\dots\dots (5.7)$$

- Pada STRT

$$\text{Proporsi sumbu} = \frac{1984}{5456} = 0,363636364$$

- Pada STRG

$$\text{Proporsi sumbu} = \frac{2480}{5456} = 0,454545454$$

- Pada STdRG

$$\text{Proporsi sumbu} = \frac{992}{5456} = 0,181818181$$

### 5.3.11 Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (Fkb). Faktor

keamanan beban ini digunakan untuk tingkat reliabilitas. Faktor keamanan beban dapat dilihat dari tabel berikut ini :

Tabel 5. 17 Faktor Keamanan Beban

No.	Penggunaan	Nilai $F_{KB}$
1	Jalan bebas hambatan utama ( <i>major freeway</i> ) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survai beban ( <i>weight-in-motion</i> ) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan ( <i>freeway</i> ) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003

### 5.3.12 Perhitungan Tebal Pelat Beton

Jenis Perkerasan = Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan (BBTT)

- Jenis bahu = Bahu beton
- Umur rencana = 20 tahun
- Kuat tekan beton ( $f_c$ ) = 350 kg/cm<sup>2</sup>
- Kuat tekan beton ( $f_c'$ ) =  $0,83 \times 35 = 29,05$  Mpa
- Kuat tarik lentur ( $f_{cf}$ ) =  $k\sqrt{f_c'}$   
 $= 0,75\sqrt{29,05}$   
 $= 4,04$  Mpa  
 (K = Konstanta, 0,7 untuk agregat tidak pecah  
 0,75 untuk agregat pecah)
- Faktor keamanan beban = 1,1
- JSKN = 41541438,4
- CBR tanah dasar = 6,5%
- CBR tanah efektif = 46%
- Tebal tafsiran pelat beton = 30 cm

Perhitungan tebal pelat beton yang akan digunakan dengan cara memilih tebal pelat tertentu dan menganalisisnya dari faktor fatik dan erosi. Adapun

langkah-langkah yang dilakukan untuk mendapatkan tebal pelat beton sebagai berikut ini :

- Kolom jenis sumbu = Pembagian jenis-jenis sumbu pada setiap as jenis kendaraan yaitu STRT,STRG, dan STdRG
- Kolom beban sumbu = Beban sumbu yang diambil dari masing-masing jenis kendaraan
- Kolom beban rencana = Beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan ( $F_k$ ) = 1,1
- Kolom repetisi beban = Repetisi beban yang diambil merupakan jumlah repetisi yang terjadi pada masing-masing kombinasi konfigurasi sumbu kendaraan.
- Kolom faktor tegangan dan erosi (TE) dan faktor erosi (FE) dapat di lihat di buku Perencanaan Beton Semen Pd-T-14-2003 dan FRT di dapat dari :

$$FRT = \frac{TE}{\text{Kuat Tarik Lentur beton}} \dots\dots\dots(5.8)$$

- Kolom repetisi beban ijin pada analisa fatik dan erosi dapat dilihat di dalam nomogram yang ada di dalam buku Perencanaan Beton Semen Pd-T-14-2003. Pada masingmasing konfigurasi sumbu kendaraan dapat diketahui repetisi beban ijin. Jika didapat repetisi beban ijin melampaui batas nomogram, maka analisis tersebut memiliki nilai tidak terbatas (TT)
- Kolom persen rusak di analisa fatik dan erosi = persen rusak pada analisa fatik menunjukkan faktor adanya kerusakan, apabila merencanakan dengan tebal beton tersebut. Pada faktor fatik dan erosi tidak boleh lebih dari 100%. Berikut adalah rumus untuk perhitungannya :

$$\text{Persen Rusak} = \frac{\text{kolom repetisi yang terjadi}}{\text{repetisi ijin dalam analisa fatik}} \times 100\% \quad (5.9)$$

$$\text{Persen Rusak} = \frac{\text{kolom repetisi yang terjadi}}{\text{repetisi ijin dalam analisa erosi}} \times 100\% \quad (5.10)$$

Tabel 5. 18 Faktor Erosi

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
						Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
290	5	0,51	0,9	0,82	0,6	1,61	2,21	2,45	2,54	1,36	1,97	2,19	2,34
290	10	0,5	0,85	0,76	0,57	1,58	2,18	2,39	2,46	1,34	1,94	2,13	2,26
290	15	0,5	0,82	0,73	0,55	1,56	2,16	2,36	2,42	1,33	1,92	2,1	2,22
290	20	0,49	0,81	0,72	0,54	1,56	2,16	2,34	2,39	1,32	1,92	2,08	2,2
290	25	0,49	0,79	0,7	0,53	1,55	2,15	2,32	2,37	1,31	1,91	2,06	2,17
290	35	0,48	0,76	0,66	0,51	1,53	2,14	2,28	2,32	1,29	1,89	2,02	2,11
290	50	0,47	0,73	0,63	0,49	1,51	2,12	2,23	2,27	1,27	1,87	1,98	2,05
290	75	0,47	0,7	0,6	0,47	1,5	2,1	2,18	2,19	1,25	1,85	1,93	1,98
300	5	0,49	0,86	0,79	0,58	1,57	2,17	2,42	2,52	1,32	1,93	2,16	2,32
300	10	0,48	0,81	0,73	0,55	1,55	2,15	2,36	2,44	1,3	1,91	2,1	2,24
300	15	0,47	0,78	0,7	0,53	1,53	2,14	2,33	2,4	1,29	1,89	2,07	2,2
300	20	0,46	0,77	0,69	0,52	1,52	2,13	2,31	2,37	1,28	1,88	2,05	2,18
300	25	0,48	0,76	0,67	0,51	1,51	2,12	2,29	2,35	1,27	1,87	2,03	2,15
300	35	0,46	0,73	0,64	0,49	1,49	2,1	2,25	2,3	1,25	1,85	1,99	2,09
300	50	0,45	0,7	0,6	0,46	1,48	2,08	2,2	2,24	1,23	1,83	1,95	2,03
300	75	0,45	0,67	0,57	0,45	1,46	2,06	2,15	2,17	1,21	1,81	1,9	1,95
310	5	0,46	0,81	0,76	0,55	1,54	2,14	2,4	2,5	1,29	1,89	2,13	2,3
310	10	0,4	0,77	0,7	0,52	1,51	2,11	2,33	2,42	1,27	1,87	2,07	2,22
310	15	0,45	0,75	0,68	0,5	1,49	2,09	2,3	2,38	1,25	1,86	2,04	2,18
310	20	0,44	0,74	0,66	0,5	1,49	2,09	2,28	2,35	1,24	1,85	2,03	2,15
310	25	0,44	0,72	0,64	0,49	1,48	2,08	2,26	2,33	1,23	1,84	2,01	2,13
310	35	0,43	0,69	0,61	0,47	1,48	2,06	2,22	2,28	1,21	1,82	1,97	2,07
310	50	0,43	0,67	0,58	0,44	1,44	2,04	2,18	2,22	1,19	1,79	1,92	2,01
310	75	0,42	0,63	0,54	0,43	1,42	2,02	2,13	2,15	1,17	1,77	1,87	1,93

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003

#### Asumsi 1 (tebal plat 30 cm)

- a. Menentukan Tegangan Ekuivalen (TE) dan Faktor Erosi dengan nilai CBR efektif = 46% dicari dengan interpolasi.

Contoh interpolasi untuk mencari nilai Tegangan Ekuivalen dengan CBR 35%,  $STRT = 0,46$  ; CBR 50% ,  $STRT = 0,45$ , didapat CBR 46% sebagai berikut :

$$TE_{STRT} = \left[ \left( \frac{46 - 35}{50 - 35} \right) (0,45 - 0,46) \right] + 0,46$$

$$= 0,45$$

Tabel 5. 19 Perhitungan Interpolasi CBR Efektif

CBR Efektif	Tegangan Setara				Faktor Erosi			
	STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
35	0.46	0.73	0.64	0.49	1.49	2.1	2.25	2.3
46	0.45	0.71	0.61	0.47	1.48	2.09	2.21	2.26
50	0.45	0.7	0.6	0.46	1.48	2.08	2.2	2.24

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 20 Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu		Beban Rencana	Repetisi yang Terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
	ton	kN				Repetisi	Persen	Repetisi	Persen
1	2		3	4	5	6	7	8	9
STRT	6.19	61.9	34.0	3776494.4	TE	TT	0.00%	TT	0.00%
	6.25	62.5	34.4	3776494.4	0.45	TT	0.00%	TT	0.00%
	5.65	56.5	31.1	3776494.4	FE	TT	0.00%	TT	0.00%
	7.56	75.6	41.6	3776494.4	1.48	TT	0.00%	TT	0.00%
					FRT				
					0.112				
STRG	12.01	120.1	33.0	3776494.4	TE	TT	0.00%	TT	0.00%
	8.79	87.9	24.2	3776494.4	0.71	TT	0.00%	TT	0.00%
	8.48	84.8	23.3	3776494.4	FE	TT	0.00%	TT	0.00%
	8.48	84.8	23.3	3776494.4	2.09	TT	0.00%	TT	0.00%
	11.76	117.6	32.3	3776494.4	FRT	TT	0.00%	TT	0.00%
					0.175				
STdRG	18.75	187.5	25.8	3776494.4	TE	TT	0.00%	TT	0.00%
	22.68	226.8	31.2	3776494.4	0.61	TT	0.00%	7000000	53.95%
					FE				
					2.21				
					FRT				
					0.151				
					TOTAL		0.00%		53.95%
							<100%		<100%

Sumber : hasil perhitungan

Keterangan :

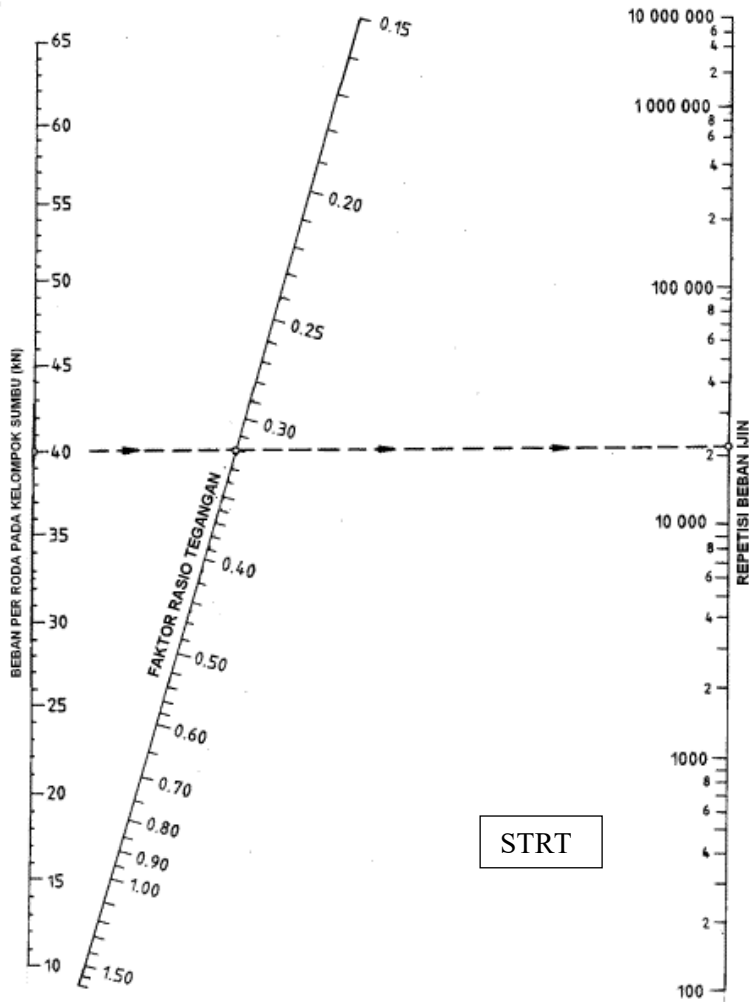
TE = Tegangan Ekuivalen

FE = Faktor Erosi

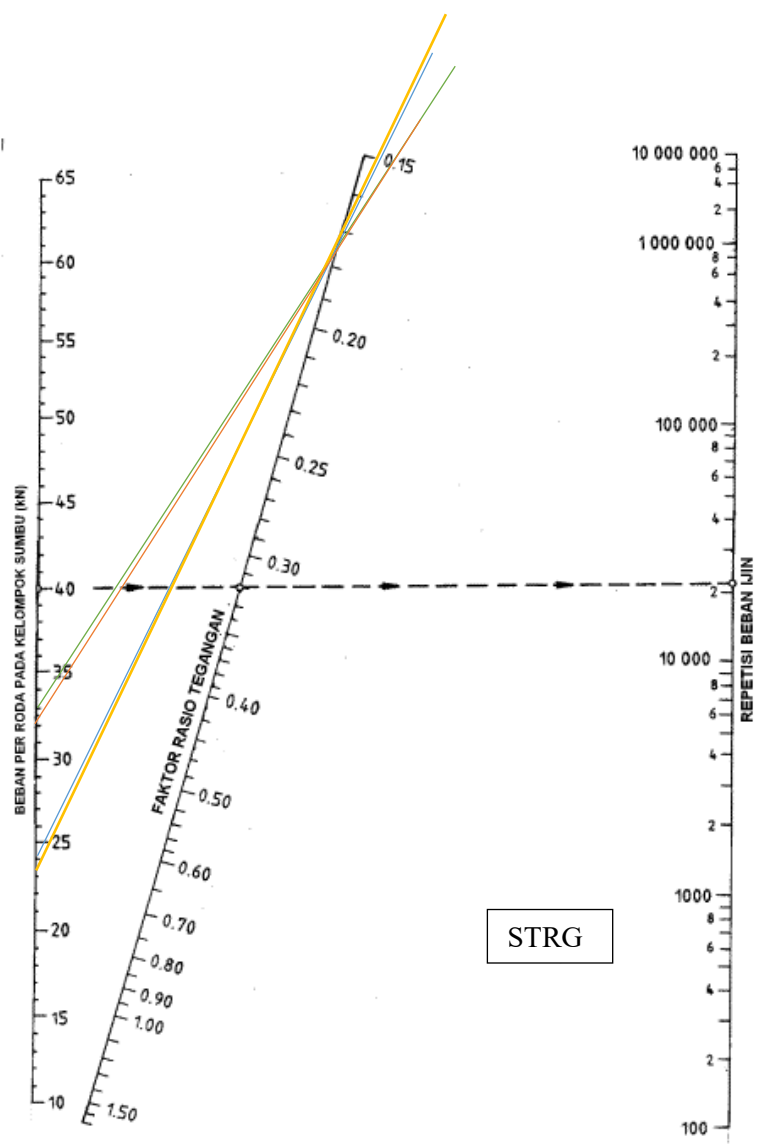
FRT = Faktor Rasio Tegangan



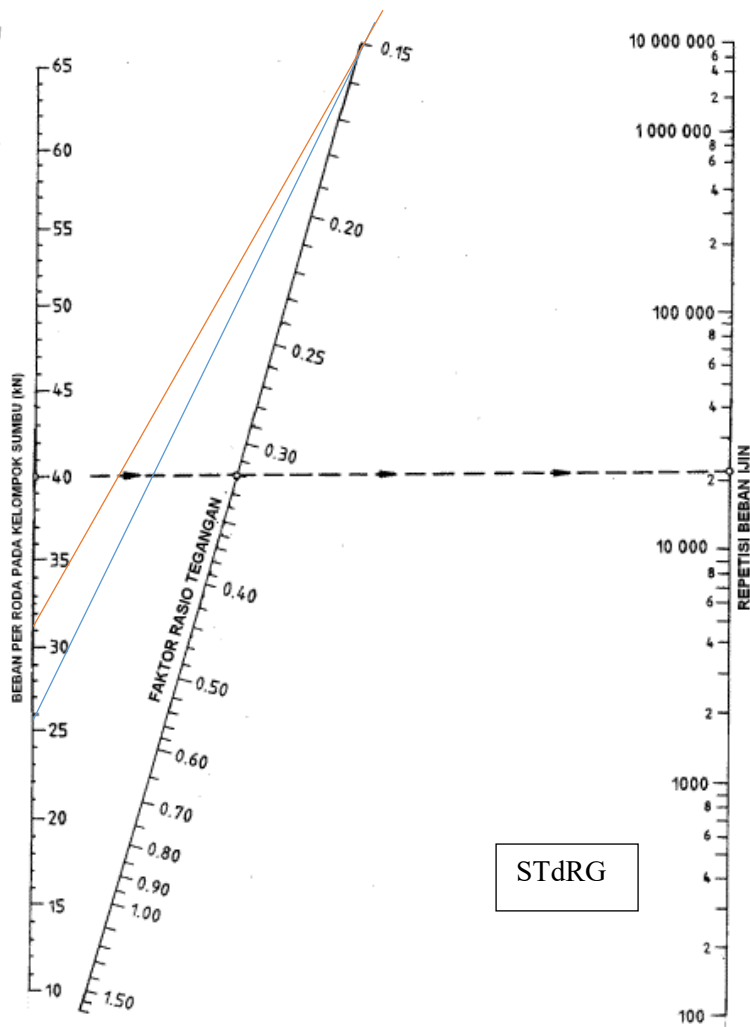
Dengan tebal plat beton 30 cm , terlihat presentasi erosi sebesar  $53,95\% < 100\%$ . Maka tebal perkerasan tersebut memenuhi **(OKE)**.



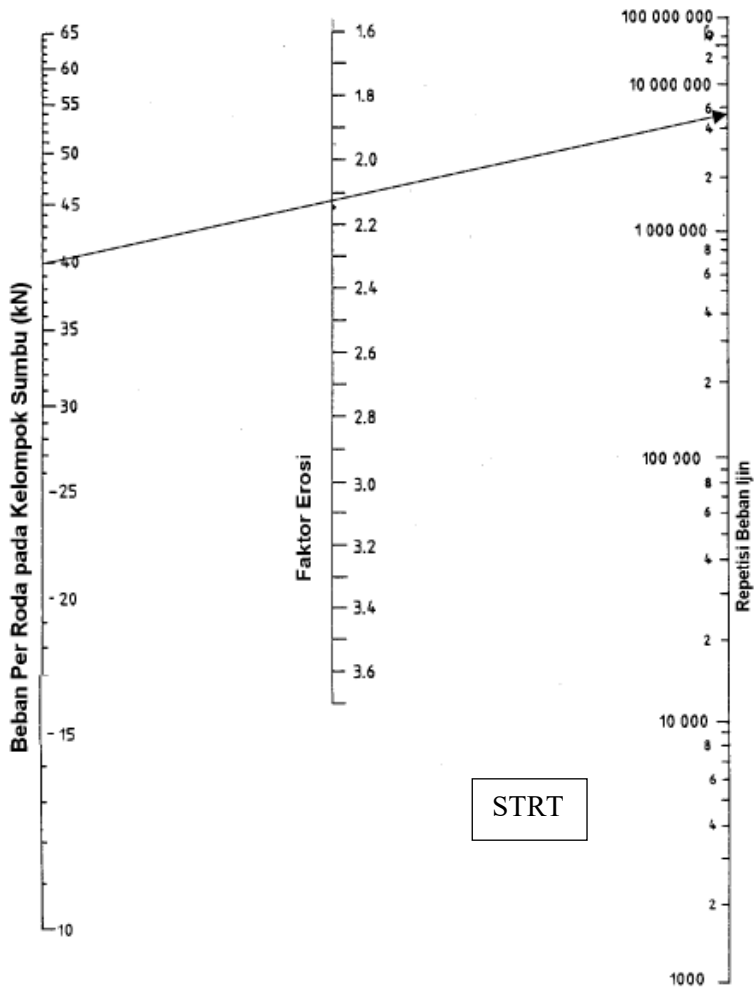
Gambar 5. 3 Faktor Rasio Tegangan STRT



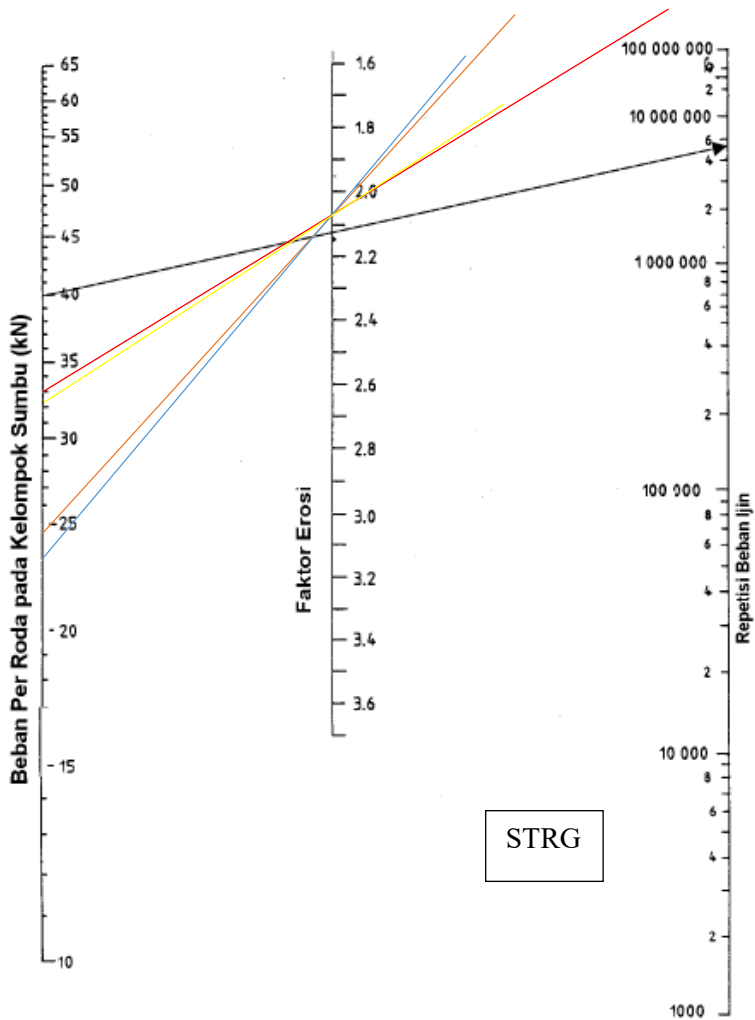
Gambar 5. 4 Faktor Rasio Tegangan STRG



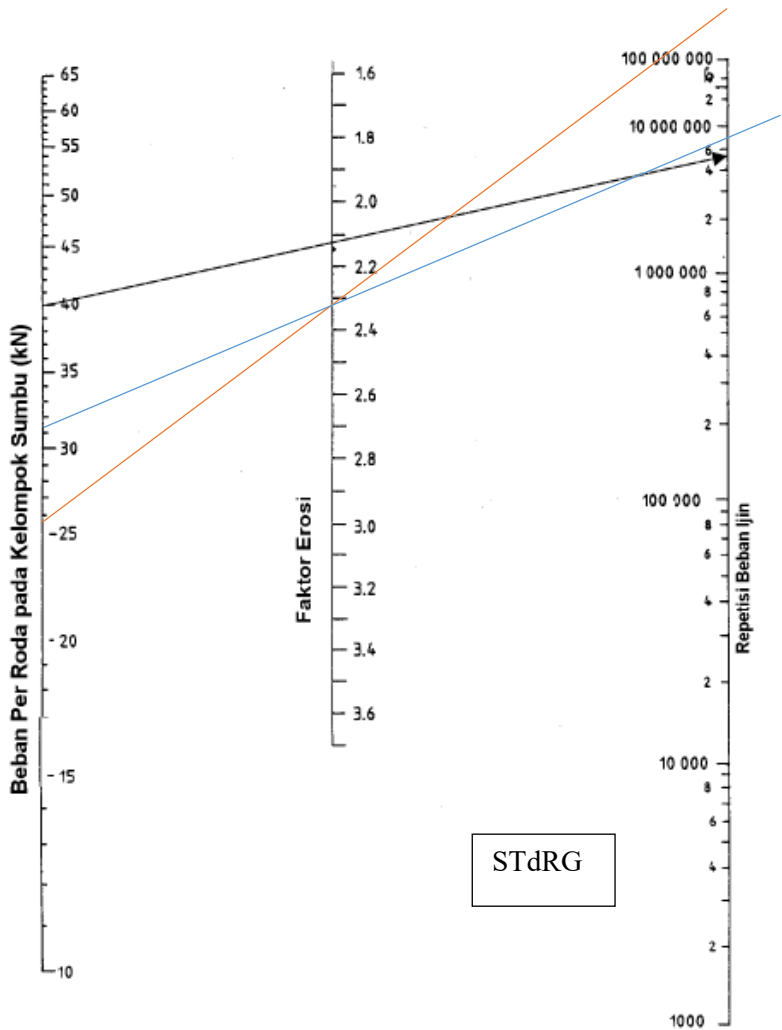
Gambar 5. 5 Faktor Rasio Tegangan STdRG



Gambar 5. 6 Faktor Erosi STRT



Gambar 5. 7 Faktor Erosi STRG



Gambar 5. 8 Faktor Erosi STdRG

### 5.3.13 Perhitungan Sambungan

#### 5.3.13.1 Perhitungan sambungan melintang beton bersambung tanpa tulangan (BBTT) (Dowel)

Perhitungan penggunaan dowel sebagai penyambung atau pengikat pada sambungan plat beton dapat dilihat dari tabel berikut ini :

Tabel 5. 21 Ukuran Dowel Terhadap Tebal Plat

Tebal Plat Perkerasan		Dowel					
		Diameter		Panjang		Jarak	
Inci	Mm	Inci	Mm	Inci	Mm	Inci	Mm
6	150	0,75	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1,75	32	18	450	12	300
10	250	1,75	32	18	450	12	300
11	275	1,75	32	18	450	12	300
12	300	1,5	38	18	450	12	300
13	325	1,5	38	18	450	12	300
14	350	1,5	38	18	450	12	300

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003

Dari tabel di atas, dapat digunakan ruji/dowel dengan diameter maksimum yaitu 38 mm. Sambungan susut dipasang setiap jarak 3,5 m sesuai lebar lajur, ruji digunakan dengan ukuran panjang 45 cm. Jarak antar ruji adalah 30 cm, sesuai dengan peraturan di dalam tabel untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan.

#### 5.3.13.2 Perhitungan sambungan memanjang beton bersambung tanpa tulangan (BBTT) (Tie Bar)

- Jarak antar sambungan (b) = 4 m (ketentuan)
- Tebal Plat (h) = 300 mm = 0,3 m
- Lebar Plat =  $2 \times 3,5 = 7$  m



- Mutu Baja = BJTU-24
- $F_y$  = 40 Mpa
- Berat isi beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>

➤ Tie bar :

$$\begin{aligned} A_t &= 204 \times b \times h & (5.11) \\ &= 204 \times 4 \times 0,3 \\ &= 244,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dicoba dengan tulangan tiebar baja ulir D16

$$\begin{aligned} A_{izin} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 & (5.12) \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 < 277,44 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dicoba dengan tulangan tiebar baja ulir D19

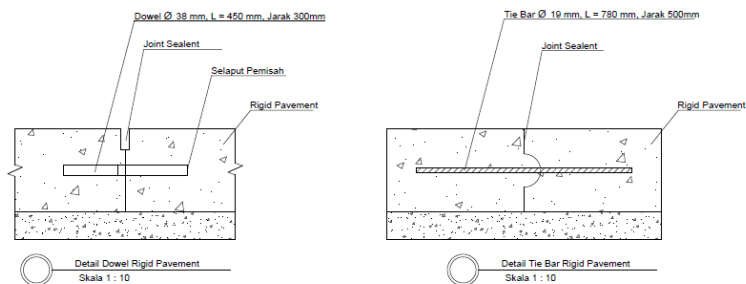
$$\begin{aligned} A_{izin} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 283,38 \text{ mm}^2 > 277,44 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak antar batang pengikat yang digunakan adalah 500 mm, jadi panjang batang pengikat tie bar sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L &= (38,3 \times \phi) + 50 & (5.13) \\ &= (38,3 \times 19) + 50 \\ &= 777.7 \text{ mm} = 780 \text{ mm} = 78 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Diameter tie bar = 19 mm
- Panjang tiap tie bar = 780 mm
- Jarak tiap tie bar = 500 mm



*Gambar 5. 9 Detail Sambungan Dowel dan Tie Bar*

## 5.4 Perencanaan Drainase

Drainase jalan merupakan bagian yang sangat penting pada perencanaan jalan. Drainase adalah system pengeringan dan pengaliran air yang berfungsi untuk mengendalikan kelebihan permukaan air. Permukaan air dalam sebuah konstruksi jalan harus sangat diperhatikan, karena jika air sampai menggenang di permukaan badan jalan, genangan air tersebut dapat merusak konstruksi jalan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan drainase jalan adalah, analisa curah hujan dan perencanaan dimensi saluran drainase agar dapat menampung jumlah debit air pada daerah tersebut. Perencanaan drainase dilakukan sesuai dengan acuan Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI 03 – 3424 – 1994.

### 5.4.1 Stasiun Daerah Tangkapan Hujan dan Curah Hujan Maksimum

Stasiun hujan yang masuk pada STA 4+650 sampai 7+650 adalah stasiun hujan Banjar Kemantren Berikut adalah curah hujan maksimum pada tiap-tiap stasiun :

Tabel 5. 22 Perhitungan Curah Hujan

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum	Xi-Xmean	(Xi-Xmean) <sup>2</sup>
		Banjar Kemantren		
1	2008	102	-17.5	306.25
2	2009	124	4.5	20.25
3	2010	115	-4.5	20.25
4	2011	150	30.5	930.25
5	2012	106	-13.5	182.25
6	2013	125	5.5	30.25
7	2014	120	0.5	0.25
8	2015	98	-21.5	462.25
9	2016	138	18.5	342.25
10	2017	117	-2.5	6.25

Sumber : Pengolahan Data

$$n = 10$$

$$\Sigma \text{ Curah hujan harian maksimum} = 1195$$

$$\Sigma \text{ Rata-rata} = 2300,5$$

1. Tinggi hujan maksimum rata-rata

$$X_{\text{rata-rata}} = \frac{\Sigma Xi}{n} = \frac{1195}{10} = 119,5$$

2. Standar deviasi

$$Sx = \sqrt{\left(\frac{\Sigma (Xi - X_{\text{mean}})^2}{n}\right)} = \sqrt{\left(\frac{2300,5}{10}\right)} = 15,17$$

- Perhitungan Nilai Xt

$$Xt = X_{\text{mean}} + \frac{Sx}{Sn}(Yt - Yn)$$

Tabel 5. 23 Periode Ulang Hujan

Periode ulang (tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : SNI 03-3424-1994

Yn

Tabel 5. 24 Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5225	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5432
40	0,5436	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5519	0,5518
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599

Sumber : SNI 03-3424-1994

Sn

Tabel 5. 25 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	0,0628	1,0696	1,0696	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1086
30	0,1124	1,1159	1,1159	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	0,1413	1,1436	1,1436	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	0,1607	1,1623	1,1623	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	0,1859	1,1863	1,1863	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060

Sumber : SNI 03-3424-1994

- Periode Ulang (T) = 5 tahun
- n = 10 tahun
- Yt = 1,4999
- Yn = 0,4952
- Sn = 0,9496

$$X_t \text{ Banjar Kemantren} = X_{mean} + \frac{S_x}{S_n}(Y_t - Y_n) = 135,55$$

Curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam selama 4 jam. Maka nilai I didapatkan dari persamaan berikut :

I Banjar kemantren

$$I = \frac{90\% \times X_t}{4}$$

$$I = \frac{90\% \times 135,55}{4} = 30,498$$

#### 5.4.2 Perhitungan Tc Pada Jalan Lingkar Timur Sidoarjo

Tabel 5. 26 Nilai Koefisien nd terhadap Kondisi Lapis Permukaan

Kondisi Lapis Permukaan	nd
Lapisan semen dan aspal beton	0,013
Permukaan licin dan kedap air	0,020
Permukaan licin dan kokoh	0,10
Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,20
Padang rumput dan rerumputan	0,40
Hutan gundul	0,60
Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,80

Sumber : SNI 03-3424-1994

##### ▪ Perhitungan T1

$$T1 = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \quad (5.14)$$

Keterangan :

T1 = Waktu Inlet (menit)

Lo = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

nd = Koefisien hambatan

$s$  = Kemiringan daerah pengaliran

$V$  = Kecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)

Tabel 5. 27 Perhitungan Nilai T1

Main Road	Lo (m)	nd	s	T1
Badan jalan	7	0.13	0.02	1.555133
Bahu jalan	1.5	0.13	0.03	1.162358
Pemukiman	100	0.4	0.04	2.760678
total	108.5			5.478169

Sumber : hasil perhitungan

Didapatkan nilai T1 sebesar 5,478169

▪ Perhitungan T2

$$T2 = \frac{L}{60 \times V} \quad (5.15)$$

Keterangan :

T2 = Waktu Aliran (menit)

L = Panjang Saluran (m)

V = Kecepatan air rata-rata diselokan

▪ Perhitungan Tc

$$TC = T1 + T2 \quad (5.16)$$

Keterangan :

TC = Waktu Konsentrasi (menit)

Perencanaan Dimensi Saluran Tepi (Drainase) pada STA

4+650 sampai STA 4+903,47

STA start = 4+650

STA end = 4+903,47

L = 253,47 m

$$1. \quad T1 = 5,478169$$

$$2. \quad T2 = \frac{253,47}{60 \times 1,5} = 2,8163$$

3.  $TC = T1 + T2 = 8,294469$
4. Intensitas Hujan (I)  
Intensitas hujan maksimum (mm/jam) ditentukan dengan cara memplotkan harga Tc, kemudian tarik garis ke atas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana. Sehingga didapatkan Nilai I = 182 mm /jam.
5. Besar koefisien (C)  
Besar koefisien C didapatkan dari tabel Hubungan kondisi permukaan Tanah dan koefisien Pengaliran pada SNI 03-3424-1994.

$$C = \frac{C1.A1+C2.A2+C3.A3+C4.A4+\dots}{A1+A2+A3+A4} \dots\dots\dots (5.17)$$

$$A = b \times L \dots\dots\dots (5.18)$$

Keterangan :

C1,C2,C3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A1,A2,A3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

Tabel 5. 28 Perhitungan Nilai C

STA4+650 s/d 4+903.47	b (m)	L (m)	A (m <sup>2</sup> )	C Koefisien	C
Badan jalan	7	253.47	1774.29	0.8	0.615668
Bahu jalan	1.5	253.47	380.205	0.8	
Pemukiman	100	253.47	25347	0.6	

Sumber : hasil perhitungan

Didapatkan Nilai C sebesar 0,615668



## 6. Menghitung Besar Debit (Q)

$$A_{\text{total}} = 27501,5 \text{ m}^2 = 0,0275015 \text{ Km}^2$$

$$C = 0,615668$$

$$I = 182 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \quad (5.19)$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,615668 \times 182 \times 0,0275015$$

$$Q = 0,856 \text{ m}^3/\text{detik}$$

## 7. Penampang Basah Selokan Samping

$$Fd = \frac{Q}{V} = \frac{0,856}{1,5} = 0,571 \text{ m}^2$$

## 8. Penampang Basah Selokan Samping

$$B = 2d$$

$$Fe = b \times d$$

$$= 2d \times d$$

$$= 2d^2$$

$$Fe = Fd$$

$$2d^2 = 0,571 \text{ m}^2$$

$$d^2 = 0,2855 \text{ m}^2$$

$$d = 0,5343 \text{ m}$$

$$b = 2d$$

$$b = 2 \times 0,5343 = 1,0686 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times d} = \sqrt{0,5 \times 0,5343}$$

$$= 0,5168$$

## 9. Menghitung saluran yang diizinkan menggunakan rumus

:

$$Fd = 0,571 \text{ m}^2$$

$$n = 0,014 \text{ (Saluran beton baik sekali)}$$

$$V = 1,5 \text{ m/detik}$$

$$P = b + 2d$$

$$P = 1,0686 + 2(0,5343) = 2,1372 \text{ m}$$

$$R = \frac{Fd}{P} = \frac{0,571}{2,1372} = 0,267172$$

$$I = \left( \frac{v \times n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = \left( \frac{1,5 \times 0,014}{0,2671723^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = 0,26\%$$

$$I \text{ lapangan} = \frac{\text{elv tinggi} - \text{elv rendah}}{L} \quad (5.20)$$

$$I \text{ lapangan} = \frac{51 - 50.475}{253.47} = 0.2071\%$$

### Rekapitulasi Perhitungan Debit Rencana

Tabel 5. 29 Rekapitulasi Perhitungan Debit Rencana

Segment	STA start	STA end	L (m)	QR	I
segment 1	4+650	4+903.47	253.47	0.855996	0.002071251
segment 2	4+928.43	5+225	296.57	1.00155	0.002158007
segment 3	5+250	5+602.61	352.61	1.177717	0.001417997
segment 4	5+627.57	5+875	247.43	0.835599	0.001248838
segment 5	5+900	6+207.62	307.62	1.038867	0.00080944
segment 6	6+207.62	6+306.16	98.54	0.343751	0.000964076
segment 7	6+331.13	6+525	193.87	0.66911	0.00289885
segment 8	6+550	6+647.36	97.36	0.339635	0.004796631
segment 9	6+647.36	6+750	102.64	0.358054	0.005650818
segment 10	6+750	7+004.26	254.26	0.858664	0.001927161
segment 11	7+004.26	7+100	95.74	0.333984	0.005118028
segment 12	7+100	7+127.02	27.02	0.095261	0.029607698
segment 13	7+127.02	7+175	47.98	0.167376	0.02913714
segment 14	7+200	7+317.18	117.18	0.408776	0.009796894
segment 15	7+317.18	7+650	332.82	1.111619	0.003794844

Sumber : Hasil perhitungan

T1	T2	Tc	I	C	A	QR
5.478169	2.816333	8.294502	182	0.615668	0.027501	0.855996
5.478169	3.295222	8.773391	182	0.615668	0.032178	1.00155
5.478169	3.917889	9.396058	180	0.615668	0.038258	1.177717
5.478169	2.749222	8.227391	182	0.615668	0.026846	0.835599
5.478169	3.418	8.896169	182	0.615668	0.033377	1.038867
5.478169	1.094889	6.573058	188	0.615668	0.010692	0.343751
5.478169	2.154111	7.63228	186	0.615668	0.021035	0.66911
5.478169	1.081778	6.559946	188	0.615668	0.010564	0.339635
5.478169	1.140444	6.618613	188	0.615668	0.011136	0.358054
5.478169	2.825111	8.30328	182	0.615668	0.027587	0.858664
5.478169	1.063778	6.541946	188	0.615668	0.010388	0.333984
5.478169	0.300222	5.778391	190	0.615668	0.002932	0.095261
5.478169	0.533111	6.01128	188	0.615668	0.005206	0.167376
5.478169	1.302	6.780169	188	0.615668	0.012714	0.408776
5.478169	3.698	9.176169	180	0.615668	0.036111	1.111619

Sumber : Hasil perhitungan

FD	d	b	w	P	R	A	v
0.57066424	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.13587	1.96	0.859158
0.66769989	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.15898	1.96	0.973756
0.78514493	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.18694	1.96	0.879375
0.55706573	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.13263	1.96	0.656488
0.69257795	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.1649	1.96	0.611094
0.22916754	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.05456	1.96	0.31905
0.44607333	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.10621	1.96	0.862488
0.2264233	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.05391	1.96	0.705966
0.23870263	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.05683	1.96	0.79371
0.57244285	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.1363	1.96	0.830456
0.22265578	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.05301	1.96	0.721122
0.06350701	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.01512	1.96	0.751536
0.11158371	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.02657	1.96	1.08557
0.27251728	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.06489	1.96	1.141586
0.7410792	1.4	1.4	0.83666	4.2	0.17645	1.96	1.384235

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 5. 30 Kontrol Keamanan Penampang Drainase

Qs	QR	CEK
1.68395	0.855996	AMAN
1.908563	1.00155	AMAN
1.723576	1.177717	AMAN
1.286717	0.835599	AMAN
1.197744	1.038867	AMAN
0.625339	0.343751	AMAN
1.690476	0.66911	AMAN
1.383693	0.339635	AMAN
1.555672	0.358054	AMAN
1.627694	0.858664	AMAN
1.413399	0.333984	AMAN
1.473011	0.095261	AMAN
2.127717	0.167376	AMAN
2.237509	0.408776	AMAN
2.713102	1.111619	AMAN

*Sumber : Hasil perhitungan*

Setelah didapatkan nilai  $QR < QS$  maka saluran dinyatakan aman dengan dimensi 120 cm x 140 cm. karena saluran drainase menggunakan U-ditch precast dari Megacon Perkasa, maka dimensi yang digunakan adalah 140 cm x 140 cm.

## 5.5 Metode Pelaksanaan

### 5.5.1 Pekerjaan Pendahuluan

Setelah proyek sudah direncanakan dengan baik dan menerima Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK), pihak kontraktor akan segera melakukan survei ke tempat proyek yang akan dikerjakan untuk melihat keadaan eksisting dari kondisi lapangan lokasi proyek, dan kemudian menentukan

dimana lokasi yang tepat untuk didirikannya kantor lapangan (*Direction Kit*). Survei yang dilakukan tersebut harus memiliki ketentuan untuk fasilitas pekerja dan pelaksanaan proyek seperti berikut :

1. Lokasi dapat dilewati oleh kendaraan berat.
2. Lokasi harus menjangkau semua pekerjaan proyek (terletak ditengah).
3. Tidak mengganggu fasilitas umum dan kegiatan warga sekitar.
5. Tersedia sumber air bersih.

#### *5.5.1.1 Pekerjaan Mobilisasi dan Demobilisasi*

Mobilisasi atau pengadaan alat alat berat serta Demobilisasi atau mengembalikan kembali, adalah kegiatan yang harus disiapkan untuk mengerjakan proyek. Mobilisasi yang pertama kali dilakukan adalah, mendatangkan Buldozer untuk pekerjaan pembersihan lahan pada lokasi proyek.

#### *5.5.1.2 Pembersihan Lokasi*

Sebelum memulai pekerjaan, lokasi proyek harus bersih dari tanaman yang tumbuh di sepanjang daerah proyek. Karena adanya tanaman tersebut bisa mengganggu pekerjaan tanah yang akan dijadikan tempat struktur itu dibangun.

#### *5.5.1.3 Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank*

Kontraktor harus membuat patok atau tanda untuk setiap unit pekerjaan yang memerlukan bouwplank. Patok tersebut harus diikat ketinggiannya dengan patok yang sudah ada atau terhadap tinggi patok yang disetujui oleh konsultan pengawas. Dan juga patok tersebut harus dibuat dari bahan yang kuat dan wet, serta permukaan atasnya harus rata jika dilihat melalui waterpass.

#### 5.5.1.4 *Pembuatan Direksi Kit*

Kantor dan juga Direksi kit adalah fasilitas yang diperlukan oleh para karyawan dan pekerja proyek agar dalam pelaksanaan proyek dapat berjalan dengan lancar. Didalam direksi kit biasanya terdapat tempat untuk melaksanakan kegiatan pengawasan, pengendalian pekerjaan, pekerjaan administrasi proyek, tempat gambar penjadwalan, gambar bestek dan juga kurva s. serta terdapat juga tempat untuk istirahat, mandi dan juga beribadah.

#### 5.5.1.5 *Pembuatan Job Mix Design*

Sebelum pekerjaan utama dilaksakan terlebih dahulu dilaksanakan pengambilan sampel bahan dari quarry yang berada di lokasi setempat atau yang berdekatan dengan lokasi tersebut, diantaranya batu, pasir dan bahan Timbunan. Pilihan selanjutnya dibawa ke laboratorium job Mix Formula/Job Mix, untuk kemudian digunakan sebagai design yang akan dipakai sebagai acuan kerja dalam pelaksanaan proyek.

#### 5.5.1.6 *Pengaturan Arus Lalu Lintas dan Pemeliharaan Terhadap Arus Lalu Lintas*

Untuk kelancaran pelaksanaan pekerjaan, pengaturan arus lalu lintas transportasi dilakukan dengan pembuatan tanda-tanda lalu lintas yang memadai disetiap kegiatan lapangan. Bila diperlukan dapat ditempatkan petugas pemberi isyarat yang bertugas mengatur arus lalu lintas pada saat pelaksanaan.

#### 5.5.1.7 *Rekayasa Lapangan*

Dengan petunjuk yang ada di direksi teknis, survey/rekayasa lapangan dilaksanakan untuk menentukan kondisi fisik dan struktural dari pekerjaan dan fasilitas yang ada di lokasi pekerjaan, sehingga dimungkinkan untuk mengadakan peninjauan ulang terhadap rancangan kerja

yang telah diberikan sitem dan tatacara survey yang dikordinasikan dengan direksi teknis.

#### *5.5.1.8 Material dan Penyimpanan*

Bahan dan peralatan yang akan digunakan di dalam pekerjaan harus memenuhi spesifikasi dan standard yang berlaku, baik ukuran, type maupun ketentuan lainnya sesuai petunjuk Direksi Teknis. Semua material yang akan digunakan untuk proses pembuatan Concrete diambil dari Quarry yang sudah ditentukan. Bahan dan peralatan tersebut juga harus memiliki lokasi atau tempat sendiri yang baik dan aman untuk disimpan agar memudahkan penggunaannya.

#### *5.5.1.9 Jadwal Konstruksi*

Jadwal kontruksi dibuat pihak kontraktor, diajukan kepada Direksi Teknis untuk dibahas dan mendapatkan persetujuan pada saat dilaksanakan rapat pendahuluan (Pre Construction Meeting/PCM).

#### *5.5.1.10 Galian untuk Selokan Drainase*

Pekerjaan Galian untuk selokan drainase dan saluran air dilakukan baik pada sisi kanan dan kiri jalan sepanjang jalan yang akan dikerjakan. Pelaksanaan galian untuk selokan drainase dan saluran air meliputi :

1. Penggalian dilakukan dengan menggunakan Excavator.
2. Selanjutnya Excavator menuangkan material hasil galian kedalam Dump Truck.
3. Dump Truck membuang material hasil galian keluar lokasi jalan.
4. Sekelompok pekerja akan merapikan hasil galian.

## 5.5.2 Pekerjaan Tanah

Pekerjaan yang pertama dilakukan dalam pembuatan jalan adalah pekerjaan tanah. Dalam pekerjaan tanah terdapat item-item yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut :

### 5.5.2.1 Galian Tanah

Pekerjaan galian tanah harus mencakup seluruh galian. Pelaksanaan galian memiliki prosedur sebagai berikut :

1. Pengukuran dan pemasangan bowplank atau menentukan kedalaman galian. Pengukuran dilaksanakan dengan menggunakan alat ukur theodolite dengan mempedomani hasil rekayasa yang telah ditentukan oleh konsultan dan pihak proyek. Pemasangan bowplank dilakukan setelah hasil dari pengukuran disetujui oleh pihak Konsultan dan direksi Pekerjaan.
2. Penggalan secara Manual. Pekerjaan penggalian dilaksanakan setelah pemasangan bowplank dalam hal ini penentuan kedalaman galian. Tanah yang digali secara manual dikumpulkan ke tepi galian dan selanjutnya dimuat ke Dump Truck, kemudian diangkut keluar lokasi proyek.
3. Penggalan dengan Menggunakan Alat Berat. Pekerjaan penggalian dilaksanakan setelah pemasangan bowplank dalam hal ini penentuan kedalaman galian. Tanah yang digali oleh Excavator langsung dimuat ke Dump Truck, kemudian diangkut keluar lokasi proyek.

### 5.5.2.2 Timbunan Tanah

Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan harus terdiri dari bahan tanah atau batu yang memenuhi semua ketentuan di atas level timbunan biasa dan sebagai tambahan harus memiliki sifat-sifat tertentu



yang tergantung dari maksud penggunaannya, seperti diperintahkan atau distujui oleh Direksi pekerjaan. Dalam segala hal, seluruh timbunan pilihan harus sesuai dengan ketentuan.

Pekerjaan timbunan dilaksanakan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Pengangkutan Material

Pengangkutan Material Urugan pilihan kelokasi pekerjaan menggunakan dump truck dan loadingnya dilakukan dengan menggunakan wheel loader. Pengecekan dan pencatatan volume material dilakukan pada saat penghamparan agar tidak terjadi kelebihan material disatu tempat dan kekurangan material ditempat lain.

2. Penghamparan Material

Penghamparan material dilakukan dengan menggunakan motor grader dalam tahap penghamparan ini harus diperhatikan hal-hal berikut :

1. Kondisi cuaca yang memungkinkan
2. Panjang hamparan pada saat setiap section yang didapatkan sesuai dengan kondisi lapangan. Lebar penghamparan disesuaikan dengan kondisi lapangan dan tebal penghamparan sesuai dengan spesifikasi, semua tahapan pekerjaan hamparan dan tebal hamparan berdasarkan petunjuk dan persetujuan dari Direksi Pekerjaan.
3. Material yang tidak dipakai dipisahkan dan ditempatkan pada lokasi yang ditetapkan.

### 5.5.2.3 *Pemadatan Material*

Pemadatan dilakukan dengan menggunakan Vibro Roller, dimulai dari bagian tepi ke bagian tengah. Pemadatan dilakukan berulang jika dimungkinkan untuk mendapat hasil yang maksimal dengan dibantu alat water tank untuk membasahi material timbunan pilihan dan diselingi dengan pemadatan dengan menggunakan Vibro Roller. Timbunan pilihan dipadatkan mulai dari tepi luar dan bergerak menuju ke arah sumbu jalan sedemikian rupa yang sama. Bilamana memungkinkan, lalu lintas alat-alat konstruksi harus terus menerus divariasi agar dapat menyebarkan pengaruh usaha pemadatan dari lalu lintas tersebut

Urutan Kerja/Metode kerja untuk pemadatan material adalah sebagai berikut :

1. Material urungan biasanya dimuat ke Dump Truck dengan menggunakan wheel Loader
2. Pengangkutan material urungan biasanya dilakukan dengan Dump Truck dari quarry /borrow pit
3. Material urungan biasa dihampar dengan menggunakan Motor Grader
4. Hampan material disiram air dengan Water Tank truck (sebelum pelaksanaan pemadatan) dan dipadatkan dengan menggunakan Vibro Roller.
5. Selama pemadatan sekelompok pekerjaan akan merapikan tepi hampan dan level permukaan dengan menggunakan alat bantu

### 5.5.2.4 *Penyiapan Badan Jalan*

Pekerjaan Penyiapan Badan Jalan dilakukan setelah seluruh pekerjaan galian tanah telah memenuhi ketentuan elevasi yang ditentukan dalam perencanaan serta telah

disetujui oleh Direksi Lapangan barulah dilakukan penyiapan badan jalan dengan ukuran sesuai gambar rencana/bestek. Prosedur pelaksanaan Penyiapan Badan Jalan sebagai berikut:

1. Motor Grader meratakan permukaan hasil galian
2. Vibro Roller memadatkan permukaan yang telah dipotong / diratakan oleh Motor Grader
3. Sekelompok pekerja akan membantu meratakan badan jalan dengan alat bantu.

#### 5.5.2.5 Pekerjaan Perkerasan Kaku

Pekerjaan perkerasan kaku dilakukan pada main road. Metode pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku adalah sebagai berikut :

1. Penyiapan Tanah Dasar

Persyaratan tanah dasar untuk perkerasan kaku harus memenuhi persyaratan daya dukung, kepadatan, maupun kekuatannya. Lapis pondasi bawah untuk perkerasan kaku dapat berupa lean concrete (beton kurus). Untuk persiapan lapis pondasi bawah memiliki metode yang sama dengan saat pengurugan.

2. Pekerjaan Lean Concrete

Lean Concrete di hampar diatas lapisan agregat kelas A disepanjang areal pekerjaan yang akan di bangun jalan. Untuk penghamparan lean concrete disini menggunakan beton kelas E atau beton K-125. Tebal lean Concrete yang di hampar adalah 10 cm. Langkah-langkah metode pelaksanaan lean concrete yaitu :

#### ▪ Pengecoran Lean Concrete

Pelaksanaan pekerjaan dimulai dengan melakukan pengukuran untuk memastikan luas area yang di kerjakan, kemudian patok akan dipasang untuk memudahkan dalam pemasangan bekisting. Bekisting di buat dari cetakan baja yang ditahan menggunakan besi tulangan. Bekisting harus bersih dan dilapisi pelumas sebelum beton dihamparkan.

Beton yang digunakan untuk lean concrete adalah beton jadi yang dibuat di batcing plant. Beton lean concrete dari truck mixer yang telah sampai di lokasi selanjutnya harus di ambil sample terlebih dahulu untuk dilakukan uji slump sebagai control pengendalian mutu. Kemudian pengecoran lean concrete dilaksanakan dengan cara menuangkan campuran beton dari turck mixer ke tempat pengecoran LC yang telah diberi bekisting, kemudian beton di sebar/diratakan dengan menggunakan cangkul. Kemudian di padatkan dengan alat vibrator. Untuk memperhalus permukaan pengecoran dilakukan pengacian. Beton tidak boleh di cor saat hujan tanpa adanya penutup, karena air hujan akan menurunkan mutu beton.

#### ▪ Perawatan Lean Concrete

Setelah pemadatan dilakukan dan diratakan sampai bidang dan elevasi sesuai shop drawing, lean concrete segera di curing setelah finising selesai, untuk jangka waktu 7 hari dengan metode curing :

1. Seluruh permukaan disemprot merata dengan bahan white pigmented curing compound
2. Dilapisi penutup dengan geotextile non woven dengan sambungan saling menindih (over lap)

3. Seluruh permukaan disemprot air secara kontinyu dan kondisi kelembaban dijaga selama masa perawatan.

- Pengujian Laboratorium

Pengujian ini menggunakan silinder kuat tekan beton (Compressive strength), dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, yang dibuat dari beton material lean concrete yang diambil di lapangan.

3. Pekerjaan Lapisan Rigid Pavement

Setelah lapisan lean concrete sudah mengering, dilakukan pengecoran rigid pavement. Untuk penghamparan rigid pavement menggunakan truk mixer sama dengan lean concrete. Tebal rigid pavement yang di hampar adalah 30 cm dengan lebar tiap lajur adalah 3,5 m dan panjang tiap segment adalah 4m. Langkah-langkah metode pelaksanaan pekerjaan rigid pavement, yaitu :

- Pengecoran Rigid Pavement

Sebelum melakukan pengecoran rigid pavement terlebih dahulu bersihkan permukaan lean concrete dari kotoran atau debu, kemudian dilakukan pemasangan bekisting dan pelapisan permukaan lean concrete dengan membran plastic. Pemasangan dowel (baja polos) dilakukan pada setiap sambungan melintang dengan tujuan sebagai sistem penyalur beban sehingga plat yang berdampingan dapat bekerjasama tanpa terjadi penurunan yang berarti sedangkan tie bar (Baja ulir) di pasang pada sambungan memanjang dengan tujuan untuk mengikat plat agar tidak bergerak horizontal.

Sebelum pengecoran, diambil benda uji beton untuk dilakukan uji slump, uji kuat tekan beton (sebagai pengendalian mutu). Panjang setiap segmen adalah 4 meter. Pengecoran *rigid pavement* dilakukan dengan menuangkan beton segar langsung dari *Truck Mixer* yang telah sampai lokasi yang selanjutnya di sebar/ditatakan dengan menggunakan cangkul pada daerah pengecoran. Kemudian pemadatan beton dilakukan dengan alat vibrator.

Penyelesaian akhir perkerasan beton adalah dengan meratakan kembali permukaan beton dengan alat jidar dan dilakukan pengacian sebanyak 2 kali untuk merapikan permukaan beton. Kemudian beton yang masih dalam keadaan plastis ( $\pm$  1-3 jam setelah pengecoran) diberi tekstur untuk memberi kekesatan permukaan dengan cara pembuatan alur (*grooving*) searah melintang dengan menggunakan sisir kawat.

■ Perlindungan dan Perawatan *Rigid Pavement*

Setelah lapisan Rigid Pavement di cor dan dipadatkan hingga diperoleh bidang dan elevasi sesuai shop drawing, hingga umur beberapa hari, beton harus dilidungi oleh faktor lingkungan antara lain :

1. Lindungi beton selama beberapa jam pertama setelah pengecoran dan pembuatan tekstur permukaan untuk meminimalkan penguapan dengan membuat pelindung angin untuk mencegah retak susut plastis.
2. Untuk melindungi beton belum berusia 12 jam diperlukan bahan penutup seperti terpal, plastik, atau bahan lain yang sesuai sebagai perlindungan terhadap air hujan. Perawatan beton perlu dilakukan dengan seksama karena menentukan mutu akhir beton. Salah satu

perawatannya adalah dengan menyemprotkan bahan kimia (*curing compound*) dengan menggunakan alat penyemprot.

- Pekerjaan Penggergajian dan Penutup Sambungan

Penggergajian sambungan susut melintang dan memanjang harus dimulai secepat mungkin setelah beton mengeras dan sebelum terjadi keretakan. Penggergajian sambungan susut harus berurutan pada lajur-lajur yang berurutan. Setelah penggergajian, celah-celah sambungan harus di bersihkan dengan menggunakan Air Compresor lalu celah tersebut di tutup dengan bahan yang di tentukan. Kami memilih aspal untuk bahan menutup tersebut.

#### 5.5.2.6 Pekerjaan Drainase

##### 1. Pengukuran

Pengukuran meliputi pengukuran panjang saluran elevasi dan pemasangan patok. Pengukuran dimulai dari STA 4+650 s/d 7+650.

##### 2. Galian Tanah

Galian tanah dilakukan pada bagian kanan dan kiri badan jalan sesuai dengan elevasi dan perhitungan dimensi saluran drainase. Galian dilakukan dengan menggunakan excavator. Kemudian untuk saluran drainase sendiri menggunakan beton jadi *pre-cast* yang sesuai dengan dimensai saluran drainase.

##### 3. Pengangkutan Tanah Galian Keluar Proyek

Selama excavator mengerjakan galian, tanah hasil galian langsung dibuang diluar lokasi proyek yang sudah ditentukan dengan menggunakan dump truck.

#### 4. Pengukuran

Beton pracetak U-ditch yang sudah berumur 7 hari dari pabrik dikirim ke lokasi dan di tempatkan di lokasi pemasangan terdekat. Pemindahan dari lokasi ke tempat pemasangan menggunakan forklift dengan kapasitas yang di sediakan adalah 2 kali berat material. Pemasangan beton pracetak U-getter menggunakan crane . Pemasangan dilakukan setelah corlantai kerja berumur minimal 7 hari.

#### 5.5.2.7 Pekerjaan Akhir

##### 1. Demobilisasi

Semua alat kerja yang digunakan pada akhir proyek harus segera dikembalikan ke pemberi dukungan alat agar tidak terlalu lama tidak digunakan dan mengganggu daerah sekitar.

##### 2. Pembersihan Akhir

Setelah semua Pelaksanaan pekerjaan selesai maka kontraktor akan melakukan pembersihan akhir dimana barak kerja, kantor direksi dan lain-lain akan di bongkar dan diangkut ke luar lokasi menurut petunjuk direksi. Pembersihan ini dikerjakan pada semua bagian yang terjadi akibat efek dari pelaksanaan pekerjaan. Pihak pelaksana bersama-sama konsultan pengawas/Direksi, PPTK/PPK dan KPA melakukan serah terima pekerjaan. Dalam jangka waktu masa pemeliharaan selama waktu yang telah ditentukan segala sesuatu yang terjadi dari hasil



pekerjaan tersebut menjadi tanggung jawab pelaksana dan harus dilakukan perawatan.

## **5.6 Rencana Anggaran Biaya**

Sebelum merencanakan anggaran biaya, terlebih dahulu melakukan perhitungan volume pekerjaan dan disesuaikan dengan analisa harga satuan pekerjaan.

### **5.6.1 Perhitungan Volume Pekerjaan**

1. Pekerjaan persiapan
  - a. Mobilisasi
  - b. Direksi kit
 

Dengan desain :

Panjang = 10 m

Lebar = 10 m

Luas = panjang x lebar

= 100 m<sup>2</sup>
  - c. Pekerjaan papan nama proyek
2. Pekerjaan Tanah
  - a. Perhitungan volume tanah urug :

Tabel 5. 31 Perhitungan Volume Timbunan Tanah

STA		Luas cm <sup>2</sup>	Luas m <sup>2</sup>	Jarak m	Volume m <sup>3</sup>
4650	4700	1203.14	0.120314	50	6.0157
4700	4750	1152.45	0.115245	50	5.76225
4750	4800	1153.8	0.11538	50	5.769
4800	4850	1238.83	0.123883	50	6.19415
4850	4900	1047.85	0.104785	50	5.23925
4900	4950	1121.12	0.112112	50	5.6056
4950	5000	1188.53	0.118853	50	5.94265
5000	5050	1094.49	0.109449	50	5.47245
5050	5100	1191.64	0.119164	50	5.9582
5100	5150	1233.72	0.123372	50	6.1686
5150	5200	1187.58	0.118758	50	5.9379
5200	5250	1233.72	0.123372	50	6.1686
5250	5300	1154.8	0.11548	50	5.774
5300	5350	1100.23	0.110023	50	5.50115
5350	5400	1050.93	0.105093	50	5.25465
5400	5450	1300.93	0.130093	50	6.50465
5450	5500	1225.87	0.122587	50	6.12935
5500	5550	1206.01	0.120601	50	6.03005
5550	5600	1158.67	0.115867	50	5.79335
5600	5650	921.46	0.092146	50	4.6073
5650	5700	1100.9	0.11009	50	5.5045
5700	5750	1143.57	0.114357	50	5.71785
5750	5800	1110.02	0.111002	50	5.5501
5800	5850	1137.14	0.113714	50	5.6857
5850	5900	1131.76	0.113176	50	5.6588
5900	5950	1152.78	0.115278	50	5.7639

5950	6000	1097.86	0.109786	50	5.4893
6000	6050	1121.12	0.112112	50	5.6056
6050	6100	1081.02	0.108102	50	5.4051
6100	6150	1074.33	0.107433	50	5.37165
6150	6200	1207.87	0.120787	50	6.03935
6200	6250	1123.71	0.112371	50	5.61855
6250	6300	1157.68	0.115768	50	5.7884
6300	6350	1007.72	0.100772	50	5.0386
6350	6400	1139.16	0.113916	50	5.6958
6400	6450	1134.64	0.113464	50	5.6732
6450	6500	1188.53	0.118853	50	5.94265
6500	6550	1131.99	0.113199	50	5.65995
6550	6600	1122.82	0.112282	50	5.6141
6600	6650	1225.18	0.122518	50	6.1259
6650	6700	953.05	0.095305	50	4.76525
6700	6750	1101.01	0.110101	50	5.50505
6750	6800	1206.22	0.120622	50	6.0311
6800	6850	1199.28	0.119928	50	5.9964
6850	6900	1196.21	0.119621	50	5.98105
6900	6950	1163.77	0.116377	50	5.81885
6950	7000	1195.23	0.119523	50	5.97615
7000	7050	1159.14	0.115914	50	5.7957
7050	7100	1173.75	0.117375	50	5.86875
7100	7150	1136.17	0.113617	50	5.68085
7150	7200	1095.47	0.109547	50	5.47735
7200	7250	1152.91	0.115291	50	5.76455
7250	7300	1180.7	0.11807	50	5.9035
7300	7350	1178.41	0.117841	50	5.89205

7350	7400	1218.73	0.121873	50	6.09365
7400	7450	1221.81	0.122181	50	6.10905
7450	7500	1138.94	0.113894	50	5.6947
7500	7550	1137.66	0.113766	50	5.6883
7550	7600	1111.78	0.111178	50	5.5589
7600	7650	1180.23	0.118023	50	5.90115
7650	7700	1116.56	0.111656	50	5.5828
<b>Total</b>					<b>349.863</b>

*Sumber : hasil perhitungan*

b. Pengurugan Sirtu Kelas A (Drainage layer)

Jadi perhitungan timbunan untuk sirtu kelas A seperti ini :

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal urugan} &= 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m} \\
 \text{Lebar Urugan} &= 17 \text{ m} \\
 \text{Panjang Urugan} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Volume Urugan} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \\
 \text{Tebal} &= 3000 \text{ m} \times 17 \text{ m} \times 0.1 \text{ m} \\
 &= 5100 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3. Pekerjaan Perkerasan Kaku

a. Pekerjaan Lean Concrete

Perhitungan Lean Concrete :

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal Lean Concrete} &= 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m} \\
 \text{Lebar Lean Concrete} &= 17 \text{ m} \\
 \text{Panjang Lean Concrete} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Volume Lean Concrete} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \\
 \text{Tebal} &= 3000 \times 17 \times 0.1 \\
 &= 5100 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b. Pekerjaan Plat Beton K-350

Jadi pekerjaan beton dari proyek ini dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal Plat beton} &= 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m} \\
 \text{Lebar Plat beton} &= 17 \text{ m} \\
 \text{Panjang Plat beton} &= 3000 \text{ m} \\
 \text{Volume Plat beton} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tebal} \\
 &= 3000 \times 17 \times 0.3 \\
 &= 15300 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. Pekerjaan pembesian

Satuan pekerjaan (kg)

➤ Dowel

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter} &= 38 \text{ mm} \\
 \text{Panjang} &= 450 \text{ mm} \\
 \text{Volume 1 dowel} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 38^2 \times 450 \\
 &= 510093 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar Dowel} = 300 \text{ mm}$$

$$\text{Jumlah dowel dalam 1 baris} = 57$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah baris} &= 3000 \text{ m} : 4 \text{ m} \\
 &= 750
 \end{aligned}$$

Total kebutuhan dowel

$$= \text{jumlah dowel 1 baris} \times \text{jumlah baris keseluruhan}$$

$$= 57 \times 750$$

$$= 42750 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total} = \text{volume 1 dowel} \times \text{total dowel}$$

$$= 510093 \text{ mm}^3 \times 79500 \text{ buah}$$

$$= 40.55 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat jenis baja} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat volume} = \text{volume total} \times \text{berat jenis}$$

$$= 40.55 \times 7850$$

$$= 318317,5 \text{ kg}$$

➤ Tie bar

$$\text{Diameter} = 19 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang} = 780 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 tiebar} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 19^2 \times 780 \\ &= 221040.3 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar tiebar} = 500 \text{ mm} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah tiebar dalam 1 baris} = 3000 \text{ m} : 0.5 \text{ m}$$

$$= 6000 \text{ buah}$$

$$\text{Total kebutuhan tiebar}$$

$$\text{Jumlah baris} = 5$$

$$= \text{jumlah tiebar 1 baris} \times \text{jumlah baris keseluruhan}$$

$$= 6000 \times 5$$

$$= 30000 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total} = \text{volume 1 tiebar} \times \text{total tiebar}$$

$$= 221040.3 \text{ mm}^3 \times 30000 \text{ buah}$$

$$= 6.631 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat jenis baja} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat volume} = \text{volume total} \times \text{berat jenis}$$

$$= 6.631 \times 7850$$

$$= 52053.35 \text{ kg}$$

4. Pekerjaan Drainase  
a. Galian Drainase

Diketahui :

Panjang galian = 3000 m

Lebar galian = 1,5 m

Kedalaman galian = 1,5 m

Volume =  $(P \times L \times T) \times 2$   
 $= (3000 \times 1,5 \times 1,5) \times 2$   
 $= 13500 \text{ m}^3$

b. Pemasangan U-ditch

Diketahui :

Panjang Saluran = 3000 m

Panjang U-ditch = 1.2 m

Lebar U-ditch = 1.4 m

Tinggi = 1.4 m

Jumlah U-ditch =  $3000 : 1.2$   
 $= 2500 \text{ unit} \times 2$

(kanan-kiri)  
 $= 5000 \text{ unit}$

### 5.6.2 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya dilakukan dengan menggunakan acuan Harga Satuan Pokok Kegiatan Surabaya tahun 2018

- Pekerjaan Persiapan
  - a. Analisa Harga mobilisasi

Tabel 5. 32 Analisa Harga Mobilisasi

Sewa Lahan						
No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
Jumlah Tenaga Kerja						
B	Bahan					
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
1	Sewa Lahan		ha - bulan	2	Rp128,205,128.21	Rp256,410,256.41
Jumlah Harga Peralatan						
D	(A+B+C)					Rp256,410,256.41
E	Overhead + profit (15% x D)					Rp38,461,538.46
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp294,871,794.87



Investigasi Lapangan						
No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Ahli Alat Berat	L.08	OH	3.00	Rp650,000.00	Rp1,950,000.00
2	Pelaksana Kegiatan	L.08	OH	3.50	Rp650,000.00	Rp2,275,000.00
3	Staf	L.07	OH	3.00	Rp450,000.00	Rp1,350,000.00
Jumlah Tenaga Kerja						Rp5,575,000.00
B	Bahan					
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	(A+B+C)					Rp5,575,000.00
E	Overhead + profit (15% x D)					Rp836,250.00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp6,411,250.00

Sumber : hasil perhitungan

## b. Analisa Harga pembuatan Papan Nama Proyek

Tabel 5. 33 Analisa Harga Pembuatan Papan Nama Proyek

Pembuatan Papan Nama Pekerjaan dengan multiplek 18 mm						
No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L01	OH	1	Rp145,000.00	Rp145,000.00
2	Tukang Kayu	L02	OH	1	Rp156,000.00	Rp156,000.00
3	Kepala Tukang Kayu	L03	OH	0.1	Rp166,000.00	Rp16,600.00
4	Tukang Cat	L02	OH	1.5	Rp156,000.00	Rp234,000.00
5	Mandor	L04	OH	0.1	Rp171,000.00	Rp17,100.00
Jumlah Tenaga Kerja						Rp568,700.00
B	Bahan					
1	Multiplek tebal 18 mm	M38d	Lembar	0.35	Rp150,000.00	Rp52,500.00
2	Tiang Kayu 8/12 kelas II , tinggi 4 m	M33a	m <sup>3</sup>	0.077	Rp6,250,000.00	Rp481,250.00
3	Frame besi L.30.30.3	M54g	kg	5.8	Rp12,000.00	Rp69,600.00
4	Paku campuran 5 cm dan 7 cm	M65b	kg	1.25	Rp27,500.00	Rp34,375.00
5	Cat kayu	M115b	kg	2.5	Rp37,450.00	Rp93,625.00
Jumlah Harga Bahan						Rp731,350.00
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	(A+B+C)					Rp1,300,050.00
E	Overhead + profit (15% x D)					Rp195,007.50
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp1,495,057.50

Sumber : hasil perhitungan

## c. Analisa Harga Pembuatan Direksi Kit

Tabel 5. 34 Analisa Harga Pembuatan Direksi Kit

Pembuatan Direksi Kit, los kerja, gudang						
No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L01	OH	1.20	Rp145,000.00	Rp174,000.00
2	Tukang tembok	L02	OH	0.40	Rp156,000.00	Rp62,400.00
3	Kepala Tukang Batu	L03	OH	0.04	Rp166,000.00	Rp6,640.00
4	Mandor	L04	OH	0.12	Rp171,000.00	Rp20,520.00
Jumlah Tenaga Kerja						Rp263,560.00
B	Bahan					
1	kaso 5/7	M33d	m <sup>3</sup>	0.35	Rp1,400,000.00	Rp490,000.00
2	Dinding triplek 4mm	M42b	lembar	1.00	Rp45,000.00	Rp45,000.00
3	pondasi pasangan batu	P01d1	m <sup>3</sup>	0.17	Rp800,903.35	Rp136,153.57
4	Plafon asbes 3mm (1x1m)		lembar	1.24	Rp22,750.00	Rp28,210.00
5	Paku	M66c	kg	0.75	Rp12,500.00	Rp9,375.00
6	Asbes Gelombang	M110a	lembar	0.30	Rp50,000.00	Rp15,000.00
7	Paku asbes	M54f	kg	0.10	Rp4,500.00	Rp450.00
8	Pintu double teakwood rangka kayu	M40a	m <sup>2</sup>	0.10	Rp200,000.00	Rp20,000.00
9	jendela kaca nako		daun	1.00	Rp77,000.00	Rp77,000.00
10	cat dinding / plafon	M115d	m <sup>2</sup>	16.50	Rp25,200.00	Rp415,800.00
Jumlah Harga Bahan						Rp1,236,988.57
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	(A+B+C)					Rp1,500,548.57
E	Overhead + profit (15% x D)					Rp225,082.29
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp1,725,630.85

Sumber : hasil perhitungan

## ➤ Pekerjaan Tanah

## a. Pengurugan Tanah dengan Alat Berat

Tabel 5. 35 Pengurugan tanah dengan alat berat

Analisis Harga Pekerjaan Tanah urug					
No	Uraian	kode	Koef	Satuan	keterangan
<b>I</b>	<b>Asumsi</b>				
1	menggunakan alat berat				
2	Lokasi pekerjaan sepanjang jalan				
3	kondisi eksisting jalan sedang				
4	jarak rata-rata basecamp ke lokasi	L	8.73	km	
5	Tebal urugan	t	0.3	m	
6	Berat isi padat	Bip	1.2		
7	Jam kerja efektif perhari	Tk	7	jam	
9	Berat isi tanah urug (lepas)	Bil	1.51	ton/m <sup>3</sup>	
	faktor kehilangan tanah urug	Fh1	1.05		
<b>II</b>	<b>Urutan Kerja</b>				
1	Wheel loader memuat tanah urug ke dalam dump truk di base camp				
2	Dump truk mengangkut tanah urug kelokasi pekerjaan dan dihampar dengan motor grader				
3	Hampan tanah urug dibasahi dengan water tank truk sebelum dipadatkan dengan tandem roller				
4	Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hampan dan level permukaan				
<b>III</b>	<b>Pemakaian Bahan, Alat, dan Tenaga</b>				
<b>1</b>	<b>Bahan</b>				
	Tanah Urug = $1m^3 \times (Bip/Bil) \times Fh$	M26	0.8344	m <sup>3</sup>	

<b>2 Alat</b>					
<b>a Wheel Loader</b>		E15			
Kapasitas bucket		V	1.5	m <sup>3</sup>	
Faktor bucket		Fb	0.85	-	
Faktor efisiensi alat		Fa	0.83	-	
Waktu siklus					
-memuat dan lain-lain		Ts1	0.45	menit	
kap. Prod / jam =	VxFbxFax60 TS1xBip/Bil	Q1	117.71	m <sup>3</sup>	
Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q1		E15	0.0085	jam	
<b>b Dump Truck</b>		E08			
Kapasitas bak		V	3.5	ton	
Faktor efisiensi alat		Fa	0.8		
Kecepatan rata-rata muatan		v1	20	km/jam	
Kecepatan rata-rata kosong		v2	30	km/jam	
Waktu siklus					
-waktu muat		T1	1.18	menit	
-waktu tempuh isi		T2	26.18	menit	
-waktu tempuh kosong		T3	17.45	menit	
-lain-lain		T4	2	menit	
		Ts2	46.81	menit	
kap. Prod / jam =	VxFax60 TS2xBip	Q2	1.98	m <sup>3</sup>	
Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q2		E08	0.5043	jam	
<b>c Motor Grader</b>		E13			
Panjang hamparan		Lh	50	m	
lebar efektif kerja blade		b	2.4	m	
Faktor efisiensi alat		Fa	0.83		
Kecepatan rata-rata alat		v	4	km/jam	
Jumlah lintasan		n	6	lintasan	1xpp
Lajur lintasan		N	3		
Lebar overlap		bo	0.3	m	
Waktu siklus					
-Perataan 1 lintasan =	Lh : (vx1000)x60	T1	0.75	menit	
-lain-lain		T2	1	menit	
		TS3	1.75	menit	
kap. Prod / jam =	Lhx(N(b-bo)+bo)xtxFax60 nxTs3	Q3	156.514	m <sup>3</sup>	
Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q3		E13	0.00638	jam	
<b>d Tandem Roller</b>		E17			
Kecepatan rata-rata alat		v	1.5	km/jam	
Lebar efektif pemadatan		b	1.2	m	
Jumlah lintasan		n	6	lintasan	
Jumlah lajur lintasan		N	3		
Lebar overlap		bo	0.3	m	
Faktor efisiensi alat		Fa	0.83		
kap. Prod / jam =	(vx1000)x(N(b-bo)+bo)xtxFa n	Q4	62.25	m <sup>3</sup>	
Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q4		E17	0.016	jam	

e	Water Tank Truck			E23		
	Volume tanki air			V	4	m <sup>3</sup>
	Kebutuhan air /m <sup>3</sup> agregat padat			Wc	0.07	m <sup>3</sup>
	Kapasitas pompa air			Pa	100	ltr/menit
	Faktor efisiensi alat			Fa	0.83	
	kap. Prod / jam =		PaxFax60	Q5	71.14	m <sup>3</sup>
		100xWc				
	Koef alat /M <sup>3</sup> = 1 : Q5			E23	0.0141	jam
f	Alat Bantu					Lump Sump
	Diperlukan					
	Kereta dorong				2	buah
	Sekop				3	buah
	Pacul				2	buah
3	Tenaga					
	Produksi menentukan : Wheel Loader			Q1	117.71	m <sup>3</sup> /jam
	Produksi agregat/hari	TkxQ1		Qt	823.99	m <sup>3</sup>
	Kebutuhan Tenaga :					
	Pekerja			P	7	orang
	Mandor			M	1	orang
	Koef teanaga /M <sup>3</sup>					
	Pekerja	(TkxP):Qt		L01	0.0595	jam
	Mandor	(TkxM):Qt		L03	0.0085	jam
No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga					
1	Pekerja	L01	jam	0.0595	Rp6,041.00	Rp359.44
2	Mandor	L03	jam	0.0085	Rp7,125.00	Rp60.56
Total						Rp420.00
B	Bahan					
1	Tanah urug	M26	m <sup>3</sup>	0.8344	Rp130,950.00	Rp109,264.68
Total						Rp109,264.68
C	Peralatan					
1	Wheel Loader	E15	jam	0.0085	Rp633,100.00	Rp5,381.35
2	Dump Truck	E08	jam	0.5043	Rp150,000.00	Rp75,645.00
3	Motor Grader	E13	jam	0.00638	Rp304,400.00	Rp1,942.07
4	Tandem Roller	E17	jam	0.016	Rp292,200.00	Rp4,675.20
5	Water Tanker	E23	jam	0.0141	Rp160,000.00	Rp2,256.00
6	Alat Bantu		Ls	1	Rp0.00	Rp0.00
Total						Rp89,899.62
D	A+B+C					Rp199,584.30
E	Overhead dan Profit 15% x D					Rp29,937.65
F	Harga Satuan Pekerjaan D+E					Rp229,521.95

Sumber : hasil perhitungan

## b. Pengurangan Sirtu Kelas A

Tabel 5. 36 Pengurangan Sirtu Kelas A

Analisis Harga Pekerjaan Lapis Pondasi Kelas A					
No	Uraian	kode	Koef	Satuan	keterangan
1	<b>Asumsi</b>				
1	menggunakan alat berat				
2	Lokasi pekerjaan sepanjang jalan				
3	kondisi eksisting jalan sedang				
4	jarak rata-rata basecamp ke lokasi	L	8.73	km	
5	Tebal lapis agregat padat	t	0.1	m	
6	Berat isi padat	Bip	1.81		
7	Jam kerja efektif perhari	Tk	7	jam	
8	Proporsi Campuran				
	Agregat pecah mesin 20-30mm	20-30	28	%	Gradasi harus memenuhi Spec
	Agregat pecah mesin 5-10mm dan 10-20mm	5-10&10-20	42	%	
	Fraksi lolos scalpings screen 0-55 mm	PU	30	%	
9	Berat isi agregat (lepas)	Bil	1.51	ton/m <sup>3</sup>	
	faktor kehilangan -Agregat A	Fh1	1.05		

<b>II Urutan Kerja</b>					
1	Wheel loader memuat Agregat Campuran ke dalam dump truk di base camp				
2	Dump truk mengangkut agregat kelas A kelokasi pekerjaan dan dihampar dengan motor grader				
3	Hamparan agregat dibasahi dengan water tank truk sebelum dipadatkan dengan tandem roller				
4	Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dan level permukaan				
<b>III Pemakaian Bahan, Alat, dan Tenaga</b>					
<b>1 Bahan</b>					
	Agregat kelas A = $1\text{m}^3 \times (\text{Bip/Bil}) \times \text{Fh}$	M26	1.2586	$\text{m}^3$	
<b>2 Alat</b>					
a	Wheel Loader	E15			
	Kapasitas bucket	V	1.5	$\text{m}^3$	
	Faktor bucket	Fb	0.85	-	kondisi sedang
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-	
	Waktu siklus				
	-memuat dan lain-lain	Ts1	0.45	menit	panduan
	kap. Prod / jam =	$V \times Fb \times Fa \times 60$			
		$TS1 \times \text{Bip/Bil}$	Q1	117.71	$\text{m}^3$
	Koef alat / $\text{M}^3 = 1 : Q1$	E15	0.0085	jam	
b	Dump Truck	E08			
	Kapasitas bak	V	3.5	ton	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.8		
	Kecepatan rata-rata muatan	v1	20	km/jam	
	Kecepatan rata-rata kosong	v2	30	km/jam	
	Waktu siklus				
	-waktu muat	T1	1.18	menit	
	-waktu tempuh isi	T2	26.18	menit	
	-waktu tempuh kosong	T3	17.45	menit	
	-lain-lain	T4	2	menit	
		Ts2	46.81	menit	
	kap. Prod / jam =	$V \times Fa \times 60$			
		$TS2 \times \text{Bip}$	Q2	1.98	$\text{m}^3$
	Koef alat / $\text{M}^3 = 1 : Q2$	E08	0.5043	jam	
c	Motor Grader	E13			
	Panjang hamparan	Lh	50	m	
	lebar efektif kerja blade	b	2.4	m	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83		
	Kecepatan rata-rata alat	v	4	km/jam	
	Jumlah lintasan	n	6	lintasan	1xpp
	Lajur lintasan	N	3		
	Lebar overlap	bo	0.3	m	
	Waktu siklus				
	-Perataan 1 lintasan =	$Lh : (v \times 1000) \times 60$	T1	0.75	menit
	-lain-lain		T2	1	menit
			TS3	1.75	menit
	kap. Prod / jam =	$Lh \times (N(b-bo) + bo) \times v \times Fa \times 60$			
		$n \times Ts3$	Q3	156.514	$\text{m}^3$
	Koef alat / $\text{M}^3 = 1 : Q3$	E13	0.00638	jam	



d	Tandem Roller		E17				
	Kecepatan rata-rata alat		v	1.5	km/jam		
	Lebar efektif pemadatan		b	1.2	m		
	Jumlah lintasan		n	6	lintasan		
	Jumlah lajur lintasan		N	3			
	Lebar overlap		bo	0.3	m		
	Faktor efisiensi alat		Fa	0.83			
	kap. Prod / jam =	$\frac{(vx1000)x(N(b-bo)+bo)xtxFa}{n}$	Q4	62.25	m <sup>3</sup>		
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q4		E17	0.016	jam		
e	Water Tank Truck		E23				
	Volume tanki air		V	4	m <sup>3</sup>		
	Kebutuhan air / m <sup>3</sup> agregat padat		Wc	0.07	m <sup>3</sup>		
	Kapasitas pompa air		Pa	100	ltr/menit		
	Faktor efisiensi alat		Fa	0.83			
	kap. Prod / jam =		PaxFax60	Q5	71.14	m <sup>3</sup>	
			100xWc				
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q5		E23	0.0141	jam		
f	Alat Bantu					Lump Sump	
	Diperlukan						
	Kereta dorong			2	buah		
	Sekop			3	buah		
	Pacul			2	buah		
3	Tenaga						
	Produksi menentukan : Wheel Loader		Q1	117.71	m <sup>3</sup> /jam		
	Produksi agregat/hari	TkxQ1	Qt	823.99	m <sup>3</sup>		
	Kebutuhan Tenaga :						
	Pekerja		P	7	orang		
	Mandor		M	1	orang		
	Koef teanaga / M <sup>3</sup>						
	Pekerja	(TkxP):Qt	L01	0.0595	jam		
	Mandor	(TkxM):Qt	L03	0.0085	jam		

No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>A</b>	<b>Tenaga</b>					
1	Pekerja	L01	jam	0.0595	Rp6,041.00	Rp359.44
2	Mandor	L03	jam	0.0085	Rp7,125.00	Rp60.56
Total						Rp420.00
<b>B</b>	<b>Bahan</b>					
1	Agregat A	M26	m <sup>3</sup>	1.2586	Rp256,000.00	Rp322,201.60
Total						Rp322,201.60
<b>C</b>	<b>Peralatan</b>					
1	Wheel Loader	E15	jam	0.0085	Rp633,100.00	Rp5,381.35
2	Dump Truck	E08	jam	0.5043	Rp150,000.00	Rp75,645.00
3	Motor Grader	E13	jam	0.00638	Rp304,400.00	Rp1,942.07
4	Tandem Roller	E17	jam	0.016	Rp292,200.00	Rp4,675.20
5	Water Tanker	E23	jam	0.0141	Rp160,000.00	Rp2,256.00
6	Alat Bantu		Ls	1	Rp0.00	Rp0.00
Total						Rp89,899.62
D	A+B+C					Rp412,521.22
E	Overhead dan Profit 15% x D					Rp61,878.18
F	Harga Satuan Pekerjaan D+E					Rp474,399.41

Sumber : hasil perhitungan

➤ Pekerjaan Perkerasan kaku

a. Pekerjaan Lean Concrete K-125

Tabel 5. 37 Analisa Pekerjaan Lean Concrete

Analisis Harga Pekerjaan Lean Concrete					
No	Uraian	kode	Koef	Satuan	keterangan
<b>I</b>	<b>Asumsi</b>				
1	menggunakan alat berat				
2	Lokasi pekerjaan sepanjang jalan				
3	Bahan dasar (batu, pasir, dan semen) diterima dilokasi				
4	jarak rata-rata basecamp ke lokasi	L	8.7	km	
5	Tebal lapis pondasi bawah beton kurus	t	0.1	m	
6	Kadar semen minimum (spesifikasi)	Ks	250	kg/m <sup>3</sup>	
7	Ukuran Agregat maksimum	Ag	19	mm	
8	Jam kerja efektif perhari	Tk	7	jam	
9	Proporsi Campuran				
	Semen	Sm	302	kg/m <sup>3</sup>	Gradasi harus memenuhi Spec
	Pasir	Ps	633	kg/m <sup>3</sup>	
	Agregat kasar	Kr	1.207	kg/m <sup>3</sup>	
10	Faktor kehilangan bahan	Fh	1.025		
11	Berat volume material				
	Beton	D1	2.2	T/m <sup>3</sup>	
	Semen	D2	1.25	T/m <sup>3</sup>	
	Pasir	D3	1.3	T/m <sup>3</sup>	
	Agregat kasar	D4	1.4	T/m <sup>3</sup>	
12	Perbandingan Air/Semen maksimum (spesifikasi)	Wcr	0.6	-	
<b>II</b>	<b>Urutan Kerja</b>				
1	Semen, pasir, batu kerikil dan air dicampur dan diaduk menjadi beton dengan menggunakan Batching Plant				
2	Pembersihan Lokasi dan Pemasangan Bekisting				
3	Beton di-cor ke dalam bekisting dengan slipform paver				
4	Penyelesaian dan perapihan setelah pemasangan oleh pekerja				
<b>III</b>	<b>Pemakaian Bahan, Alat, dan Tenaga</b>				
	bahan untuk 1m <sup>2</sup> perkerasan beton t = 10 cm				
<b>1</b>	<b>Bahan</b>				
a	Semen (PC) (SmxFh)	M12	309.55	kg	
b	Pasir beton (Ps/1000:D3)Fh	M01a	0.4991	m <sup>3</sup>	
c	Agregat Kasar (Kr/1000:D4)Fh	M03	0.8837	m <sup>3</sup>	
d	Multiplek 12 mm	M63	0.16	Lbr	
e	Kayu acuan	M99	0.096	m <sup>3</sup>	
f	Paku	M26	0.25	kg	

2	Alat				
a	Wheel Loader		E15		
	Kapasitas bucket		V	1.5	m <sup>3</sup>
	Faktor bucket		Fb	0.85	-
	Faktor efisiensi alat		Fa	0.83	-
	Waktu siklus				
	-memuat dan lain-lain		Ts1	1.55	menit
					panduan
	kap. Prod / jam =	VxFbxFax60	Q1	40.96	m <sup>3</sup>
		Ts1			
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q1		E15	0.0244	jam
b	Batching Plant		E43		
	Kapasitas Produksi		V	3.5	ton
	Faktor efisiensi alat		Fa	0.8	
	Waktu siklus Pencampuran				
	-mengisi		T1	0.5	menit
	-mengaduk		T2	0.5	menit
	-menuang		T3	0.25	menit
	-menunggu dan lain-lain		T4	0.25	menit
			Ts2	1.5	menit
	kap. Prod / jam =	VxFax60	Q2	19.92	m <sup>3</sup>
		TS2x1000			
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q2		E43	0.0502	jam
c	Truck Mixer		E49		
	Kapasitas Drum		V	5	m <sup>3</sup>
	Faktor efisiensi alat		Fa	0.83	
	Kecepatan rata-rata isi		v1	30	km/jam
	Kecepatan rata-rata kosong		v2	40	km/jam
	Waktu siklus				
	-mengisi = (v2 : Q2) 60		T1	15.06	menit
	-mengangkut = (L : v1) 60 menit		T2	17.45	menit
	-kembali = (L : v2) 60 menit		T3	13.09	menit
	-menumpahkan dll		T4	3	menit
			TS3	48.6	menit
	kap. Prod / jam =	VxFax60	Q3	5.1237	m <sup>3</sup>
		Ts3			
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q3		E49	0.1952	jam
d	Concrete Vibrator		E20		
	Kebutuhan alat penggetar beton disesuaikan dengan kapasitas Batching Plant				
	kap. Prod / jam =		Q4	19.92	m <sup>3</sup>
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q4		E20	0.0502	jam
e	Water Tank Truck		E23		
	Volume tanki air		V	4	m <sup>3</sup>
	Kebutuhan air / m <sup>3</sup> agregat padat		Wc	0.21	m <sup>3</sup>
	Kapasitas pompa air		Pa	100	ltr/menit
	Faktor efisiensi alat		Fa	0.83	
	kap. Prod / jam =	PaxFax60	Q5	23.71	m <sup>3</sup>
		100xWc			
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q5		E23	0.0422	jam

f	Concrete paving Machine		E42			
	kapasitas lebar hamparan		b	3	m	
	Tebal hamparan		t	0.3	m	
	Kecepatan menghampar		v	6	m/menit	
	Faktor efisiensi alat		Fa	0.83		
	kap. Prod / jam =	btxxFavx60	Q6	268.92	m <sup>3</sup>	
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q6		E42	0.0037	jam	
g	Alat Bantu					Lump Sump
	Diperlukan					
	Concrete Cutter			2	buah	
	Bar Bending machine			2	buah	
	Bar Cutting Machine			2	buah	
	Sekop			2	buah	
	Sendok semen			3	buah	
	ember cor			8	buah	
	Pacul			2	buah	
3	Tenaga					
	Produksi beton/hari	TkxQ2	Qt	139.44	m <sup>3</sup>	
	Kebutuhan Tenaga :					
	Pekerja		P	30	orang	
	Tukang		Tb	8	orang	
	Mandor		M	2	orang	
	Koef teanaga / M <sup>3</sup>					
	Pekerja	(TkxP):Qt	L01	1.506	jam	
	Tukang	(TkxTb):Qt	L02	0.4016	jam	
	Mandor	(TkxM):Qt	L03	0.1004	jam	

No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>A</b>	<b>Tenaga</b>					
1	Pekerja	L01	jam	1.506	Rp6,041.00	Rp9,097.75
2	Tukang	L02	jam	0.4016	Rp6,500.00	Rp2,610.40
3	Mandor	L03	jam	0.1004	Rp7,125.00	Rp715.35
Total						Rp12,423.50
<b>B</b>	<b>Bahan</b>					
1	Semen	M12	kg	309.55	Rp1,462.50	Rp452,716.88
2	Pasir	M01a	m <sup>3</sup>	0.4991	Rp272,500.00	Rp136,004.75
3	Agregat kasar	M03	m <sup>3</sup>	0.8337	Rp278,000.00	Rp231,768.60
4	Multiplek	M63	Lembar	0.16	Rp115,000.00	Rp18,400.00
5	Kayu acuan	M99	m <sup>3</sup>	0.096	Rp1,250,000.00	Rp120,000.00
6	Paku	M18	kg	0.25	Rp5,000.00	Rp1,250.00
Total						Rp960,140.23
<b>C</b>	<b>Peralatan</b>					
1	Wheel Loader	E15	jam	0.0244	Rp633,100.00	Rp15,447.64
2	Batching Plant	E43	jam	0.0502	Rp493,265.00	Rp24,761.90
3	Truck Mixer	E49	jam	0.1952	Rp359,500.00	Rp70,174.40
4	Vibrator	E20	jam	0.0502	Rp8,500.00	Rp426.70
5	Water Truck	E23	jam	0.0422	Rp160,000.00	Rp6,752.00
6	Concrete paver	E42	jam	0.0037	Rp426,628.00	Rp1,578.52
7	Alat Bantu		Ls	1		
Total						Rp119,141.17
D	A+B+C					Rp1,091,704.89
E	Overhead dan Profit 15% x D					Rp163,755.73
F	Harga Satuan Pekerjaan D+E					Rp1,255,460.62

Sumber : hasil perhitungan

## b. Pekerjaan Perkerasan beton K-350

Tabel 5. 38 Pekerjaan Perkerasan K-350

Analisis Harga Pekerjaan Perkerasan Beton					
No	Uraian	kode	Koef	Satuan	keterangan
I	Asumsi				
1	menggunakan alat berat				
2	Lokasi pekerjaan sepanjang jalan				
3	Bahan dasar (batu, pasir, dan semen) diterima dilokasi				
4	jarak rata-rata basecamp ke lokasi	L	8.7	km	
5	Tebal lapis perkerasan beton padat	t	0.3	m	
6	Kadar semen minimum (spesifikasi)	Ks	365	kg/m <sup>3</sup>	
7	Ukuran Agregat maksimum	Ag	19	mm	
8	Jam kerja efektif perhari	Tk	7	jam	
9	Proporsi Campuran				
	Semen	Sm	400	%	Gradasi harus memenuhi Spec
	Pasir	Ps	791	%	
	Agregat kasar	Kr	1077	%	
10	Faktor kehilangan bahan	Fh	1.025		
11	Berat volume material				
	Beton	D1	2.2	T/m <sup>3</sup>	
	Semen	D2	1.25	T/m <sup>3</sup>	
	Pasir	D3	1.3	T/m <sup>3</sup>	
	Agregat kasar	D4	1.4	T/m <sup>3</sup>	
12	Perbandingan Air/Semen maksimum (spesifikasi)	Wcr	0.5	-	
II	Urutan Kerja				
1	Semen, pasir, batu kerikil dan air dicampur dan diaduk menjadi beton dengan menggunakan Batching Plant				
2	Beton di-cor ke dalam bekisting dengan slipform paver				
3	Penyelesaian dan perapihan setelah pemasangan oleh pekerja				
III	Pemakaian Bahan, Alat, dan Tenaga				
	bahan untuk 1m <sup>2</sup> perkerasan beton t = 30 cm				
1	Bahan				
a	Semen (PC) (SmxFh)	M12	410	kg	
b	Pasir beton (Ps/1000:D3)Fh	M01a	0.624	m <sup>3</sup>	
c	Agregat Kasar (Kr/1000:D4)Fh	M03	0.789	m <sup>3</sup>	
d	Baja Tulangan dowel D38	M39a	27.547	kg	
e	Joint Sealent	M94	4.147	kg	
f	Cat anti karat	M95	0.02	kg	
g	Expansion Cap	M96	0.17	m <sup>2</sup>	
h	polietilin 125 mikron	M97	0.438	kg	
i	Curing compound	M98	0.87	liter	
j	Multipler 12 mm	M63	0.16	Lbr	
k	Kayu acuan	M99	0.096	m <sup>3</sup>	
l	Paku	M18	0.25	kg	
m	additive	M67a	0.914	liter	

2	Alat				
a	Wheel Loader	E15			
	Kapasitas bucket	V	1.5	m <sup>3</sup>	
	Faktor bucket	Fb	0.85	-	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-	
	Waktu siklus				
	-memuat dan lain-lain	Ts1	1.55	menit	panduan
	kap. Prod / jam =	VxFbxFax60			
		Ts1	Q1	40.96	m <sup>3</sup>
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q1	E15	0.0244	jam	
b	Batching Plant	E43			
	Kapasitas Produksi	V	600	liter	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83		
	Waktu siklus Pencampuran				
	-mengisi	T1	0.5	menit	
	-mengaduk	T2	0.5	menit	
	-menuang	T3	0.25	menit	
	-menunggu dan lain-lain	T4	0.25	menit	
		Ts2	1.5	menit	
	kap. Prod / jam =	VxFax60			
		TS2x1000	Q2	19.92	m <sup>3</sup>
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q2	E43	0.0502	jam	
c	Truck Mixer	E49			
	Kapasitas Drum	V	5	m <sup>3</sup>	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83		
	Kecepatan rata-rata isi	v1	20	km/jam	
	Kecepatan rata-rata kosong	v2	30	km/jam	
	Waktu siklus				
	-mengisi = (v2 : Q2) 60	T1	15.06	menit	
	-mengangkut = (L : v1) 60 menit	T2	26.18	menit	
	-kembali = (L : v2) 60 menit	T3	17.45	menit	
	-menumpahkan dll	T4	2	menit	
		TS3	60.69	menit	
	kap. Prod / jam =	VxFax60			
		TS3	Q3	4.1031	m <sup>3</sup>
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q3	E49	0.2437	jam	
d	Concrete Vibrator	E20			
	Kebutuhan alat penggetar beton disesuaikan dengan kapasitas Batching Plant				
	kap. Prod / jam =	Q4	19.92	m <sup>3</sup>	
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q4	E20	0.0502	jam	
e	Water Tank Truck	E23			
	Volume tanki air	V	4	m <sup>3</sup>	
	Kebutuhan air / m <sup>3</sup> agregat padat	Wc	0.21	m <sup>3</sup>	
	Kapasitas pompa air	Pa	100	litr/menit	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83		
	kap. Prod / jam =	PaxFax60			
		100xWc	Q5	23.71	m <sup>3</sup>
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q5	E23	0.0422	jam	





C	Peralatan					
1	Wheel Loader	E15	jam	0.0244	Rp633,100.00	Rp15,447.64
2	Batching Plant	E43	jam	0.0502	Rp493,265.00	Rp24,761.90
3	Truck Mixer	E49	jam	0.2437	Rp359,500.00	Rp87,610.15
4	Vibrator	E20	jam	0.0502	Rp8,500.00	Rp426.70
5	Water Truck	E23	jam	0.0422	Rp160,000.00	Rp6,752.00
6	Concrete paver	E42	jam	0.0074	Rp426,628.00	Rp3,157.05
7	Alat Bantu		Ls	1		
Total						Rp138,155.44
D	A+B+C					Rp1,863,709.59
E	Overhead dan Profit 15% x D					Rp279,556.44
F	Harga Satuan Pekerjaan D+E					Rp2,143,266.03

Sumber : hasil perhitungan

## ➤ Pekerjaan Drainase

### a. Pekerjaan Galian Drainase

Tabel 5. 39 Analisa Pekerjaan Galian Drainase

Analisis Harga Pekerjaan Galian Drainase					
No	Uraian	kode	Koef	Satuan	keterangan
I	<b>Asumsi</b>				
1	menggunakan alat berat				
2	Lokasi pekerjaan sepanjang jalan				
3	Kondisi jalan baik				
4	Jam kerja efektif perhari	Tk	7	jam	
5	Faktor pengembangan lahan	Fk	1.2		
6	Berat volume tanah lepas	D	1.6	ton/m <sup>2</sup>	1.4 - 1.8
II	<b>Urutan Kerja</b>				
1	Tanah digali pada sisi jalan				
2	Penggalian dilakukan dengan excavator				
3	Selanjutnya excavator menuangkan material hasil galian ke dalam dump truck				
4	Dump truck membuang material hasil galian keluar lokasi jalan sejauh	L	5	km	

<b>III Pemakaian Bahan, Alat, dan Tenaga</b>					
<b>1 Bahan</b>					
Tidak diperlukan					
<b>2 Alat</b>					
a Excavator	E10				
Kapasitas bucket		V	0.93	m <sup>3</sup>	
Faktor bucket		Fb	1	-	kondisi sedang
Faktor efisiensi alat		Fa	0.83	-	
Faktor konversi kedalaman < 40%		Fv	0.9	-	faktor konversi
Waktu siklus					dihapus masuk
-menggali		T1	1.32	menit	dalam waktu
-memuat dan lain-lain		T2	0.1	menit	siklus
		Ts1	1.42	menit	
kap. Prod / jam =	VxFbxFax60xFk	Q1	39.14	m <sup>3</sup> /jam	
	TS1				
Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q1		E10	0.0256	jam	
b Dump Truck	E08				
Kapasitas bak		V	3.5	ton	
Faktor efisiensi alat		Fa	0.83		
Kecepatan rata-rata muatan		v1	20	km/jam	
Kecepatan rata-rata kosong		v2	30	km/jam	
Waktu siklus					
-waktu muat		T1	3.35	menit	
-waktu tempuh isi		T2	15	menit	
-waktu tempuh kosong		T3	10	menit	
-lain-lain		T4	2	menit	
		Ts2	30.35	menit	
kap. Prod / jam =	VxFax60	Q2	2.99	m <sup>3</sup> /jam	
	DxFkxTs2				
Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q2		E08	0.3344	jam	
f Alat Bantu	Lump Sump				
<b>3 Tenaga</b>					
Produksi menentukan : Excavator		Q1	39.14	m <sup>3</sup> /jam	
Produksi galian/hari	TkxQ1	Qt	273.97	m <sup>3</sup>	
Kebutuhan Tenaga :					
Pekerja		P	2	orang	
Mandor		M	1	orang	
Koef tenaga / M <sup>3</sup>					
Pekerja	(TkxP):Qt	L01	0.0511	jam	
Mandor	(TkxM):Qt	L03	0.0256	jam	

No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>A</b>	<b>Tenaga</b>					
1	Pekerja	L01	jam	0.0511	Rp6,041.00	Rp308.70
2	Mandor	L03	jam	0.0256	Rp7,125.00	Rp182.40
Total						Rp491.10
<b>B</b>	<b>Bahan</b>					
Total						
<b>C</b>	<b>Peralatan</b>					
1	Excavator	E10	jam	0.0256	Rp633,100.00	Rp16,207.36
2	Dump Truck	E08	jam	0.3344	Rp150,000.00	Rp50,160.00
Total						Rp66,367.36
D	A+B+C					Rp66,858.46
E	Overhead dan Profit 15% x D					Rp10,028.77
F	Harga Satuan Pekerjaan D+E					Rp76,887.22

Sumber : hasil perhitungan

#### b. Pekerjaan Pemasangan U-ditch 140cm x 140cm

Tabel 5. 40 Analisa Pekerjaan Pemasangan U-ditch

Analisis Harga Pekerjaan Pemasangan u-ditch					
No	Uraian	kode	Koef	Satuan	keterangan
<b>I</b>	<b>Asumsi</b>				
1	menggunakan alat berat				
2	Lokasi pekerjaan sepanjang jalan				
3	Kondisi jalan baik				
4	Jam kerja efektif perhari	Tk	7	jam	
5	Faktor pengembangan lahan	Fk	1.2		
6	Berat U-ditch	D	1987	kg	
<b>II</b>	<b>Urutan Kerja</b>				
1	Dump Truck membawa u-ditch dari basecamp sejauh	L	5	km	
2	Excavator mengangkat dan meletakan u-ditch pada galian				
<b>III</b>	<b>Pemakaian Bahan, Alat, dan Tenaga</b>				
<b>1</b>	<b>Bahan</b>				
	U-ditch 140cm x 140cm		1	unit	

<b>2</b>	<b>Alat</b>				
<b>a</b>	<b>Excavator</b>		E10		
	Kapasitas bucket		V	0.93	m <sup>3</sup>
	Faktor bucket		Fb	1	- kondisi sedang
	Faktor efisiensi alat		Fa	0.83	-
	Faktor konversi kedalaman < 40%		Fv	0.9	- faktor konversi
	Waktu siklus				dihapus masuk
	-menggali		T1	1.32	menit dalam waktu
	-memuat dan lain-lain		T2	0.1	menit siklus
			Ts1	1.42	menit
	kap. Prod / jam =	VxFbxFax60xFk	Q1	39.14	m <sup>3</sup> /jam
		TS1			
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q1		E10	0.0256	jam
<b>b</b>	<b>Dump Truck</b>		E08		
	Kapasitas bak		V	3.5	ton
	Faktor efisiensi alat		Fa	0.83	
	Kecepatan rata-rata muatan		v1	20	km/jam
	Kecepatan rata-rata kosong		v2	30	km/jam
	Waktu siklus				
	-waktu muat		T1	3.35	menit
	-waktu tempuh isi		T2	15	menit
	-waktu tempuh kosong		T3	10	menit
	-lain-lain		T4	2	menit
			Ts2	30.35	menit
	kap. Prod / jam =	VxFax60	Q2	2.99	m <sup>3</sup> /jam
		DxFkxTs2			
	Koef alat / M <sup>3</sup> = 1 : Q2		E08	0.3344	jam
<b>f</b>	<b>Alat Bantu</b>				Lump Sump
<b>3</b>	<b>Tenaga</b>				
	Produksi menentukan : Excavator		Q1	39.14	m <sup>3</sup> /jam
	Produksi galian/hari	TkxQ1	Qt	273.97	m <sup>3</sup>
	Kebutuhan Tenaga :				
	Pekerja		P	2	orang
	Mandor		M	1	orang
	Koef tenaga / M <sup>3</sup>				
	Pekerja	(TkxP):Qt	L01	0.0511	jam
	Mandor	(TkxM):Qt	L03	0.0256	jam

No	Komponen	Kode	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>A</b>	<b>Tenaga</b>					
1	Pekerja	L01	jam	0.0511	Rp6,041.00	Rp308.70
2	Mandor	L03	jam	0.0256	Rp7,125.00	Rp182.40
Total						Rp491.10
<b>B</b>	<b>Bahan</b>					
1	U-ditch		unit	1	Rp4,057,456.00	Rp4,057,456.00
Total						Rp4,057,456.00
<b>C</b>	<b>Peralatan</b>					
1	Excavator	E10	jam	0.0256	Rp633,100.00	Rp16,207.36
2	Dump Truck	E08	jam	0.3344	Rp150,000.00	Rp50,160.00
Total						Rp66,367.36
D	A+B+C					Rp4,124,314.46
E	Overhead dan Profit 15% x D					Rp618,647.17
F	Harga Satuan Pekerjaan D+E					Rp4,742,961.62

Sumber : hasil perhitungan

Jadi Rencana Anggaran yang diperlukan untuk Peningkatan Ruas Jalan pada Jalan Lingkar Timur sesuai dengan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Peraturan Menteri PUPR 2016 dan HSPK Surabaya 2018 sebagai berikut :

Tabel 5. 41 Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Harga Total
1	Pekerjaan Persiapan				
a	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1	Rp301,283,044.87	Rp301,283,044.87
b	Pembuatan Direksi Kit	m <sup>2</sup>	100	Rp1,725,630.85	Rp172,563,085.49
c	Pekerjaan Papan Nama Proyek	Ls	1	Rp1,495,057.50	Rp1,495,057.50
	total				Rp475,341,187.86
2	Pekerjaan Tanah				
a	Pengurugan Tanah dengan Alat berat	m <sup>3</sup>	349.863	Rp229,521.95	Rp80,301,237.85
b	Pengurugan Sirtu Kelas A	m <sup>3</sup>	5100	Rp474,399.41	Rp2,419,436,978.76
	total				Rp2,499,738,216.61
3	Pekerjaan Perkerasan Kaku				
a	Lean Concrete K-125	m <sup>3</sup>	5100	Rp1,255,460.62	Rp6,402,849,165.77
b	Pekerjaan Pembesian	kg	370370.85	Rp16,826.00	Rp6,231,859,922.10
c	Pekerjaan Beton K-350	m <sup>3</sup>	15300	Rp2,143,266.03	Rp32,791,970,320.51
	total				Rp45,426,679,408.38
4	Pekerjaan Drainase				
a	Pekerjaan Galian Drainase	m <sup>3</sup>	13500	Rp76,887.22	Rp1,037,977,515.43
b	Pekerjaan Pemasangan U-ditch	unit	5000	Rp4,742,961.62	Rp23,714,808,116.83
	total				Rp24,752,785,632.25
	total keseluruhan				Rp73,154,544,445.11

*Sumber : hasil Perhitungan*

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Sesuai dengan hasil perhitungan yang kami rencanakan pada Jalan Lingkar Timur Kabupaten Sidoarjo dengan menggunakan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) tipe Beton semen Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) pada STA 4+650 sampai dengan STA 7+650 dengan total panjang 3 Km, menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa geometric yang dilakukan, bahwa pada lengkung horizontal pada setiap tikungan eksisting mempunyai jari-jari yang lebih kecil dari jari-jari minimum yang sesuai dengan ketentuan, sehingga perlu adanya desain ulang. Sebanyak 8 tikungan horizontal yang perlu adanya desain ulang dan sebanyak 8 lengkung vertical pada rencana jalan.
2. Perencanaan peningkatan Jalan Lingkar Timur Sidoarjo menggunakan perkerasan kaku tipe Beton semen Bersambung Tanpa Tulangan, dengan mutu beton K-350 untuk lapisan perkerasan kaku, setebal 30 cm. Sambungan yang digunakan berupa Tie bar dengan diameter 19 mm dan panjang 780 mm untuk sambungan memanjang dan Dowel dengan diameter 38 mm dengan panjang 450 mm untuk sambungan melintang, tanpa ruji. Dibagi 4 m tiap-tiap segmentnya.
3. Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan yang direncanakan adalah 4/2UD dengan lebar 3,5 m untuk tiap lajur dan 1,5 m untuk bahu jalan. Maka diperoleh nilai DS sebesar 0.64 pada akhir umur

rencana 2039 dimana lebih kecil  $DS < 0,75$  . sehingga jalan tidak perlu dilebarkan hingga akhir umur rencana

4. Dari hasil perhitungan pada perencanaan saluran drainase berupa galian yang kemudian dipasang dengan u-ditch dengan ukuran 140cm x 140cm dengan panjang 120cm
5. Dari hasil perhitungan rencana anggaran biaya untuk Perencanaan Peningkatan Jalan Lingkar Timur diperlukan biaya sebesar Rp 73.154.544.445,11 (terbilang : Tujuh Puluh Tiga Milyar Seratus Lima Puluh Empat Juta Lima Ratus Empat Puluh Empat Ribu Empat Ratus Empat Puluh Lima koma Sebelas Rupiah).

## 6.2 Saran

1. Bahwa akibat perlunya penyempurnaan geometrik demi keselamatan dan kenyamanan pengendara. Maka akan adanya biaya tambahan untuk pembebasan tanah dan perlu dipikirkan kembali oleh pemerintah.
2. Jika pada suatu rencana jalan terdapat tikungan tajam perlu adanya tanda peringatan sebelum tikungan sejauh 50 m.
3. Bahwa jalan yang seharusnya perlu ditingkatkan menggunakan perkerasan beton adalah jalan dengan kriteria sering terjadi banjir.

***(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)***

## DAFTAR PUSTAKA

- Marga, D. P. (1997). “*Manual Kapasitas Jalan Indonesia*”. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga.
- Indonesia, B. S. (2004). RSNI T-14-2004. “*Geometri Jalan Perkotaan*”. Badan Standarisasi Nasional.
- Indonesia, B. S. (2003). PD T-14-2003. “*Perencanaan Perkerasan Beton Semen*”. Badan Standarisasi Nasional.
- Marga, D. P. (1993). SNI 03-3424-1994. “*Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*”. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga.

## **LAMPIRAN**

## **BIODATA PENULIS**



### **BAGAS BAMASKA**

Penulis lahir di Surabaya pada tanggal, 22 Agustus 1996, penulis menempuh pendidikan formal di TK HangTuah 22 Candi Sidoarjo, SD HangTuah 9 Candi Sidoarjo, SMPN 3 Candi Sidoarjo, SMA Muhammadiyah 2 Sidoarjo. Setelah lulus melanjutkan pendidikan di D3 Teknik Infrastruktur Sipil ITS pada tahun 2015 dengan NRP 10111500000002. Penulis mengambil konsentrasi studi Bangunan Transportasi. Penulis sempat mengikuti kerja praktek di PT Brantas Abi Praya dalam proyek Pembangunan Jembatan Sembayat II Baru. Penulis aktif di dalam kegiatan Unit kegiatan Mahasiswa (UKM) dalam olah raga Tennis Lapangan. Penulis pernah aktif dalam berbagai kegiatan kepanitiaan yang ada selama menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Pada program studi Teknik Infrastruktur Sipil ini penulis mengambil judul proyek akhir di bidang transportasi/perhubungan. Penulis bias dihubungi melalui email : [bbamaska@gmail.com](mailto:bbamaska@gmail.com)

Dalam kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga tugas akhir terapan ini dapat terselesaikan, walaupun selama penyelesaian tugas akhir terapan mengalami hambatan dan rintangan yang menghadang.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan sepanjang perjalanan selama menempuh pendidikan Diploma, sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
3. Dosen Pembimbing bapak Ir.Sulchan Arifin,M.Eng yang telah membimbing untuk dapat menyelesaikan tugas akhir terapan dengan sebaik-baiknya.
4. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pendidikan dan bimbingan serta memotivasi selama saya belajar di kampus ini.
5. Danar Berlianando sebagai partner TA yang telah bekerja sama dan mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
6. Teman-teman angkatan 2015 dan bangunan Transportasi 2015 yang telah memberikan semangat, perhatian dan dukungan selama penyusunan tugas akhir terapan ini.
7. Teman-teman di luar kampus ITS yang telah memberikan semangat, motivasi dan doa selama penyusunan tugas akhir terapan ini.



## **DANAR BERLIANANDO**

Penulis lahir di Semarang pada tanggal 4 Mei 1997, penulis menempuh Pendidikan formal di TK Sinar Surya Surabaya, SDN Babat Jerawat 1 Surabaya, SMPN 3 Surabaya, SMAN 9 Surabaya. Setelah lulus melanjutkan pendidikan di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Program Studi D3 pada tahun 2015 dengan NRP 1011100000003. Penulis mengambil konsentrasi studi Bangunan Transportasi. Penulis juga sempat mengikuti kerja praktek dalam proyek pembangunan Jembatan Trucuk-Bojonegoro. Penulis juga beberapa kali aktif dalam berbagai kepanitiaan yang ada selama menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis mengambil topik tugas akhir di bidang transportasi/perhubungan. Penulis bisa dihubungi via email [danarberlian12@gmail.com](mailto:danarberlian12@gmail.com)



Dalam kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga tugas akhir terapan ini dapat terselesaikan, walaupun selama penyelesaian tugas akhir terapan mengalami hambatan dan rintangan yang menghadang.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan sepanjang perjalanan selama menempuh pendidikan Diploma, sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
3. Dosen Pembimbing bapak Ir.Sulchan Arifin,M.Eng yang telah membimbing untuk dapat menyelesaikan tugas akhir terapan dengan sebaik-baiknya.
4. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pendidikan dan bimbingan serta memotivasi selama saya belajar di kampus ini.
5. Bagas Bamaska sebagai partner TA yang telah bekerja sama dan mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
6. Teman-teman angkatan 2015 dan bangunan Transportasi 2015 yang telah memberikan semangat, perhatian dan dukungan selama penyusunan tugas akhir terapan ini.
7. Teman-teman di luar kampus ITS yang telah memberikan semangat, motivasi dan do'a selama penyusunan tugas akhir terapan ini.



**TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 145501**

**LAMPIRAN GAMBAR**

**PERENCANAAN PENINGKATAN RUAS JALAN PADA JALAN LINGKAR TIMUR  
KABUPATEN SIDOARJO, JAWA TIMUR DENGAN MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU  
PADA STA 4+650 S.D 7+650**

**BAGAS BAMASKA  
10111500000002**

**DANAR BERLIANANDO  
10111500000003**

**DOSEN PEMBIMBING  
Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng  
NIP. 195711191985031001**

**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA**

DAFTAR GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG.....1

ALINYEMEN HORIZONTAL.....6

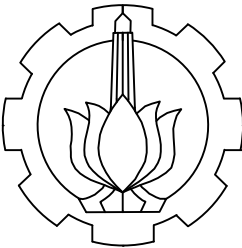
DETAIL PERKERASAN KAKU.....10

GAMBAR TULANGAN.....11

DETAIL SALURAN PEMBUANGAN AIR JALAN.....12

DETAIL SALURAN DRAINASE U-DITCH 140 CM X 140 CM.....13

POTONGAN MELINTANG.....14



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Potongan Memanjang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO JUMLAH

1

44

Trase STA 4+650 s/d 5+200  
Skala 1 : 100

Keterangan Trase

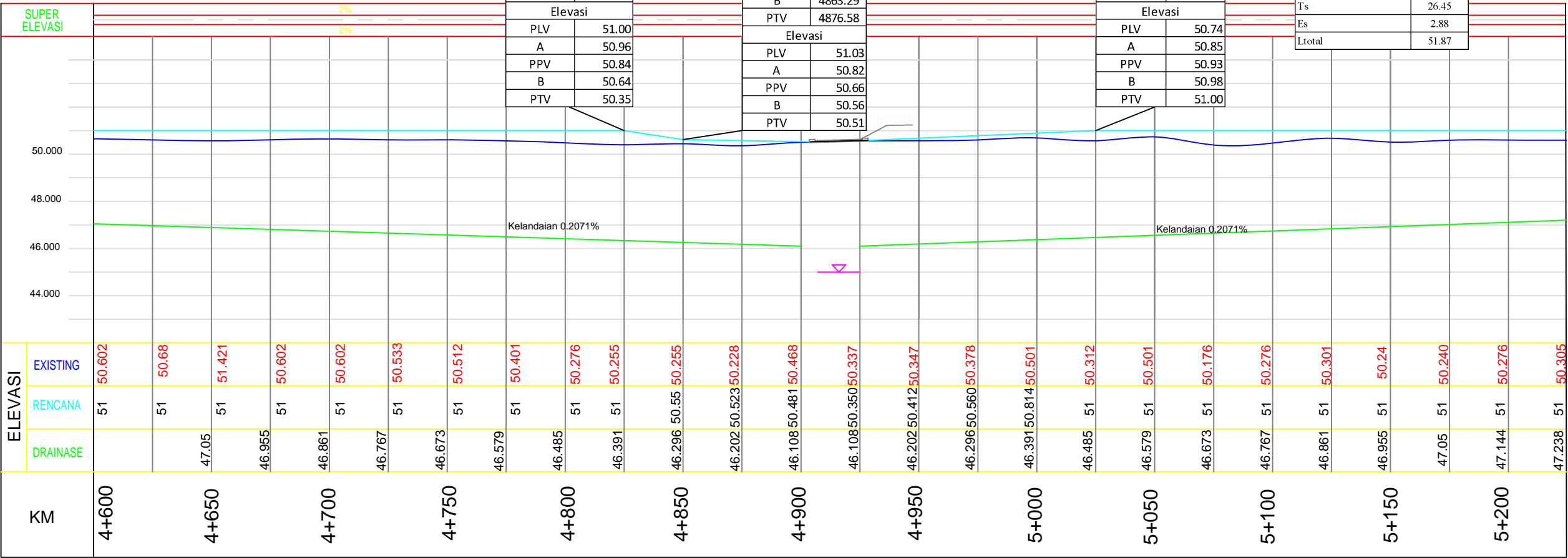
	JALAN EKSISTING
	JALAN PERENCANAAN

STA	4+825
Elevasi	51
$\Delta x_1$	50
$\Delta x_2$	25
$\Delta y_1$	0
$\Delta y_2$	-0.45
G1	0.00%
G2	-1.80%
A	-1.80%
L	72
Keterangan	Cembung
STA	
PLV	4789.00
A	4807.00
PPV	4825.00
B	4843.00
PTV	4861.00
Elevasi	
PLV	51.00
A	50.96
PPV	50.84
B	50.64
PTV	50.35

STA	4+850
Elevasi	50.55
$\Delta x_1$	25
$\Delta x_2$	50
$\Delta y_1$	-0.45
$\Delta y_2$	-0.069
G1	-1.80%
G2	-0.14%
A	1.66%
L	53.15
Keterangan	Cekung
STA	
PLV	4823.42
A	4836.71
PPV	4850.00
B	4863.29
PTV	4876.58
Elevasi	
PLV	51.03
A	50.82
PPV	50.66
B	50.56
PTV	50.51

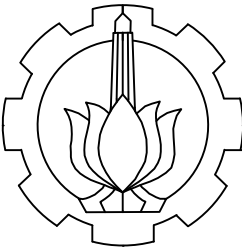
STA	5+025
Elevasi	51
$\Delta x_1$	75
$\Delta x_2$	50
$\Delta y_1$	0.588
$\Delta y_2$	0
G1	0.78%
G2	0.00%
A	-0.78%
L	66.67
Keterangan	Cembung
STA	
PLV	4991.67
A	5008.33
PPV	5025.00
B	5041.67
PTV	5058.34
Elevasi	
PLV	50.74
A	50.85
PPV	50.93
B	50.98
PTV	51.00

SCS	STA 5+150
Data Eksisting	
R eksisting	10.00
R min eksisting	166.74
Kecepatan Vr (asumsi)	60.00
$\Delta$	30.00
e (superelevasi)	0.02
fm(asumsi)	0.15
CEK	REDESIGN
Data Redesign	
Re	80.00
Vr	40.00
e (superelevasi)	0.02
fm	0.15
$\Delta$	30.00
Ls	10.00
Lc	31.87
CEK	OK
Rmin	74.11
$\theta_s$	3.58
p	0.05
k	5.00
Ts	26.45
Es	2.88
Ltotal	51.87



Potongan Memanjang

Skala vertikal 1 : 40 Skala horizontal 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Potongan Memanjang

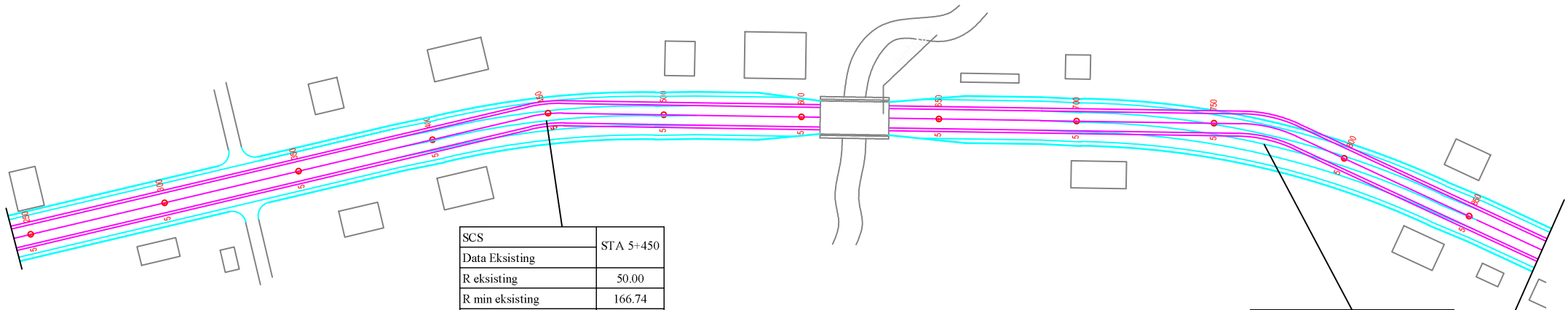
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO JUMLAH

2

44



Trase STA 5+250 s/d 5+850  
Skala 1 : 100

Keterangan Trase	
	JALAN EKSISTING
	JALAN PERENCANAAN

SCS	STA 5+450
Data Eksisting	50.00
R eksisting	166.74
R min eksisting	60.00
Kecelakaan Vr (asumsi)	14.00
Δ	0.02
e (superelevasi)	0.15
fm(asumsi)	REDESIGN
CEK	REDESIGN
Data Redesign	320.00
Rc	80.00
Vr	0.02
e (superelevasi)	0.15
fm	14.00
Δ	30.00
Ls	48.15
Lc	OK
CEK	296.43
Rmin	2.69
θs	0.12
p	15.00
k	54.30
Ts	2.52
Es	108.15
Ltotal	

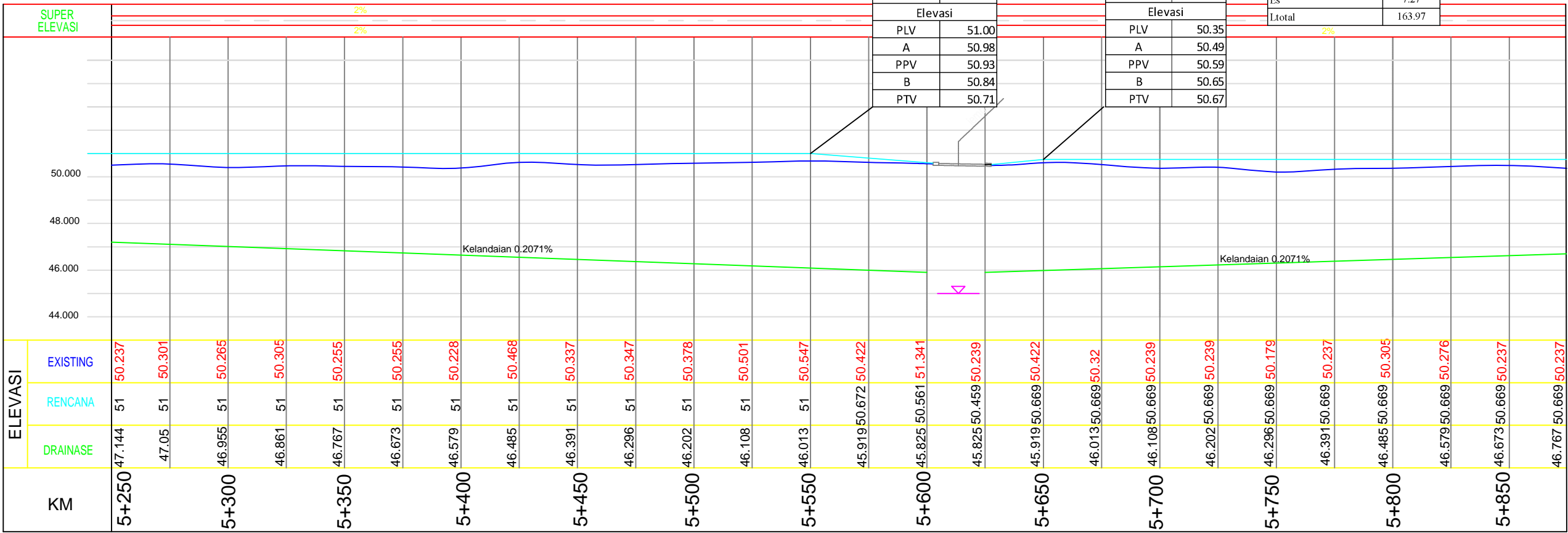
STA	5+550
Elevasi	51
Δx <sub>1</sub>	50
Δx <sub>2</sub>	50
Δy <sub>1</sub>	0
Δy <sub>2</sub>	-0.439
G1	0.00%
G2	-0.88%
A	-0.88%
L	66.67

Keterangan Cembung	
STA	
PLV	5516.67
A	5533.33
PPV	5550.00
B	5566.67
PTV	5583.34
Elevasi	
PLV	51.00
A	50.98
PPV	50.93
B	50.84
PTV	50.71

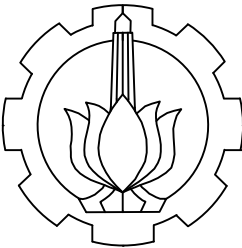
STA	5+650
Elevasi	50.669
Δx <sub>1</sub>	22
Δx <sub>2</sub>	30
Δy <sub>1</sub>	0.21
Δy <sub>2</sub>	0
G1	0.95%
G2	0.00%
A	-0.95%
L	66.67

Keterangan Cembung	
STA	
PLV	5616.67
A	5633.33
PPV	5650.00
B	5666.67
PTV	5683.34
Elevasi	
PLV	50.35
A	50.49
PPV	50.59
B	50.65
PTV	50.67

SCS	STA 5+775
Data Eksisting	50.00
R eksisting	166.74
R min eksisting	60.00
Kecelakaan Vr (asumsi)	24.00
Δ	0.02
e (superelevasi)	0.15
fm(asumsi)	REDESIGN
CEK	REDESIGN
Data Redesign	0.00
Rc	320.00
Vr	80.00
e (superelevasi)	0.02
fm	0.14
Δ	24.00
Ls	30.00
Lc	103.97
CEK	OK
Rmin	314.96
θs	2.69
p	0.12
k	15.00
Ts	83.04
Es	7.27
Ltotal	163.97



Potongan Memanjang  
Skala vertikal 1 : 40 Skala horizontal 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Potongan Memanjang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO JUMLAH

3

44

Trase STA 5+900 s/d 6+500  
Skala 1 : 100

Keterangan Trase

	JALAN EKSISTING
	JALAN PERENCANAAN

SCS	STA 6+125
Data Eksisting	
R eksisting	50.00
R min eksisting	166.74
Kecepatan Vr (asumsi)	60.00
$\Delta$	9.00
e (superelevasi)	0.02
f <sub>m</sub> (asumsi)	0.15
CEK	REDESIGN
Data Redesign	0.00
R <sub>c</sub>	300.00
V <sub>r</sub>	80.00
e (superelevasi)	0.02
f <sub>m</sub>	0.15
$\Delta$	9.00
L <sub>s</sub>	30.00
L <sub>c</sub>	17.10
CEK	OK
R <sub>min</sub>	296.43
$\theta_s$	2.87
p	0.12
k	15.00
T <sub>s</sub>	38.62
E <sub>s</sub>	1.05
L <sub>total</sub>	77.10

STA	6+275
Elevasi	50.669
$\Delta x_1$	25
$\Delta x_2$	25
$\Delta y_1$	0
$\Delta y_2$	-0.344
G <sub>1</sub>	0.00%
G <sub>2</sub>	-1.38%
A	-1.38%
L	66.67
Keterangan	Cembung

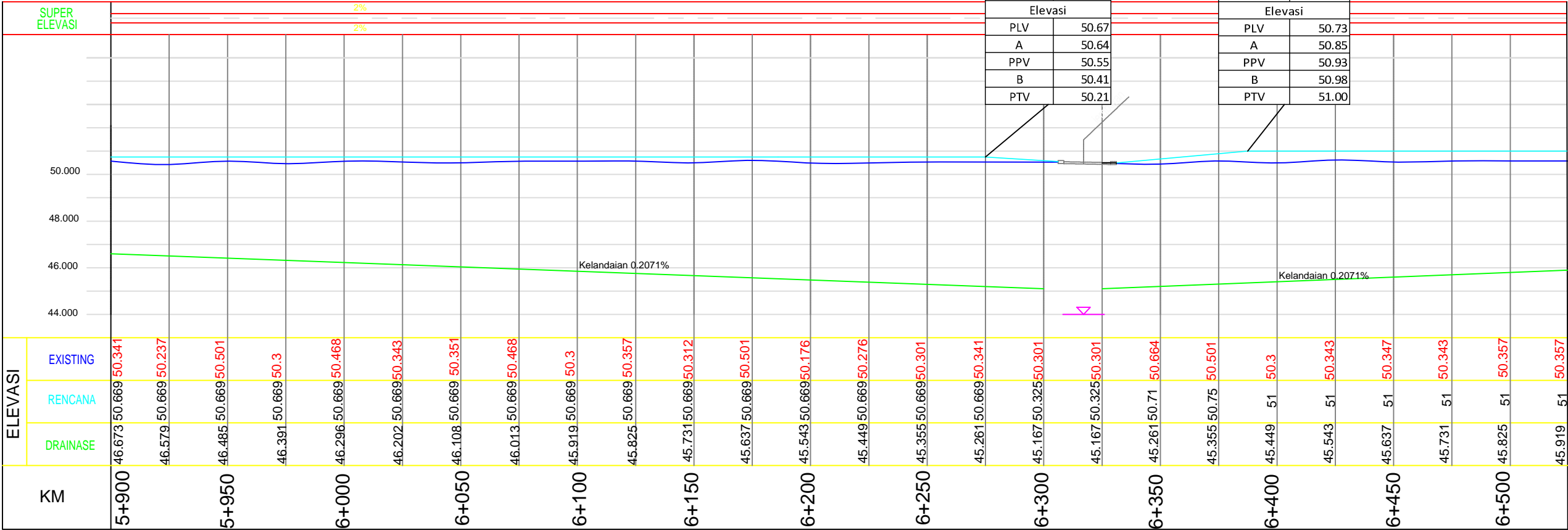
STA	
PLV	6241.67
A	6258.33
PPV	6275.00
B	6291.67
PTV	6308.34

Elevasi	
PLV	50.67
A	50.64
PPV	50.55
B	50.41
PTV	50.21

STA	6+386
Elevasi	51
$\Delta x_1$	36
$\Delta x_2$	39
$\Delta y_1$	0.29
$\Delta y_2$	0
G <sub>1</sub>	0.81%
G <sub>2</sub>	0.00%
A	-0.81%
L	66.67
Keterangan	Cembung

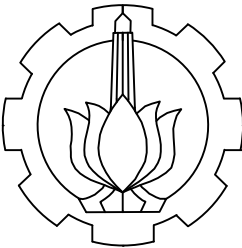
STA	
PLV	6352.67
A	6369.33
PPV	6386.00
B	6402.67
PTV	6419.34

Elevasi	
PLV	50.73
A	50.85
PPV	50.93
B	50.98
PTV	51.00



Potongan Memanjang

Skala vertikal 1 : 40 Skala horizontal 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

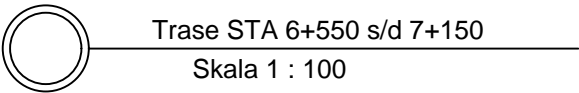
Potongan Memanjang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
4	44

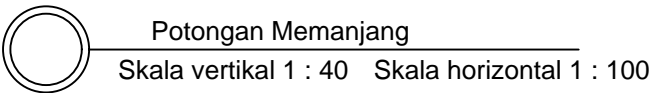
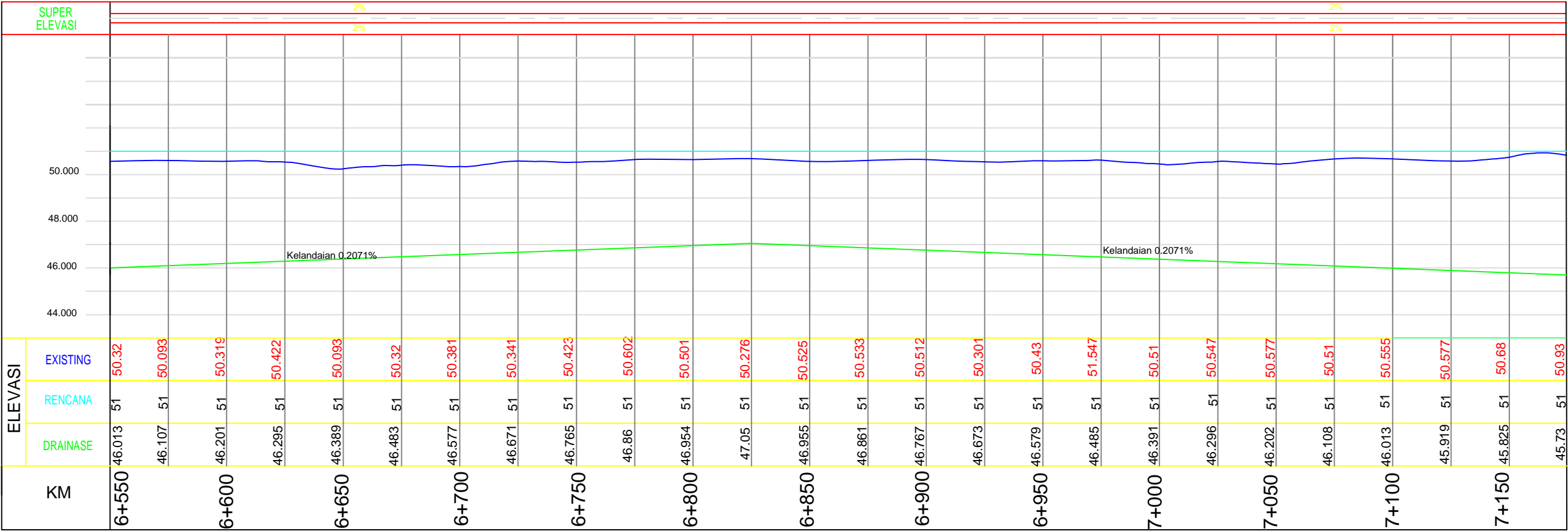
SCS	STA 6+565
Data Eksisting	
R eksisting	50.00
R min eksisting	166.74
Kecepatan Vr (asumsi)	60.00
$\Delta$	16.00
e (superelevasi)	0.02
f <sub>m</sub> (asumsi)	0.15
CEK	REDESIGN
Data Redesign	0.00
Rc	80.00
Vr	40.00
e (superelevasi)	0.02
f <sub>m</sub>	0.15
$\Delta$	16.00
Ls	10.00
Le	12.33
CEK	OK
Rmin	74.11
$\theta$ s	3.58
p	0.05
k	5.00
Ts	16.25
Es	0.84
Ltotal	32.33

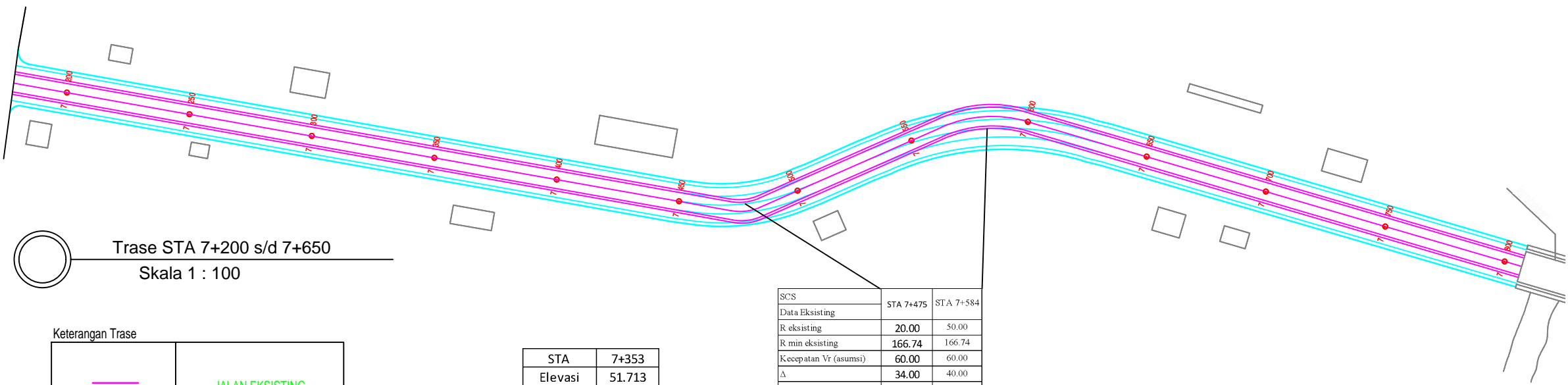


Keterangan Trase

	JALAN EKSISTING
	JALAN PERENCANAAN

SCS	STA 7+090
Data Eksisting	
R eksisting	50.00
R min eksisting	166.74
Kecepatan Vr (asumsi)	60.00
$\Delta$	10.00
e (superelevasi)	0.02
f <sub>m</sub> (asumsi)	0.15
CEK	REDESIGN
Data Redesign	0.00
Re	300.00
Vr	80.00
e (superelevasi)	0.02
f <sub>m</sub>	0.15
$\Delta$	10.00
Ls	30.00
Lc	22.33
CEK	OK
Rmin	296.43
$\theta$ s	2.87
p	0.12
k	15.00
Ts	41.26
Es	1.27
Ltotal	82.33



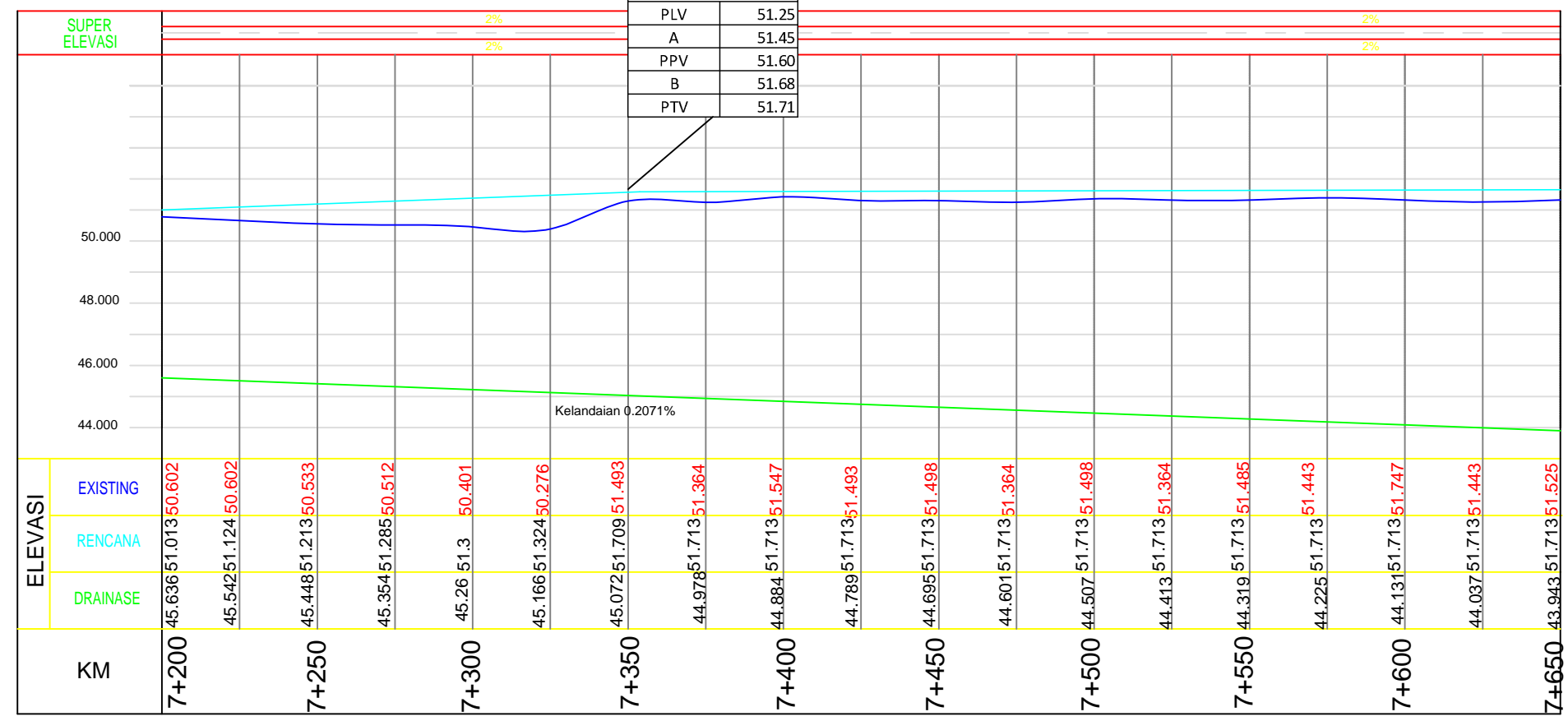


Trase STA 7+200 s/d 7+650  
Skala 1 : 100

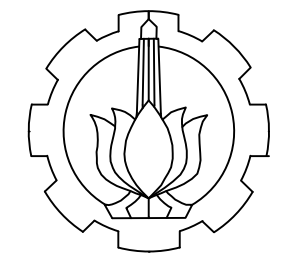
Keterangan Trase	
	JALAN EKSISTING
	JALAN PERENCANAAN

STA	7+353
Elevasi	51.713
Δx <sub>1</sub>	28
Δx <sub>2</sub>	47
Δy <sub>1</sub>	0.389
Δy <sub>2</sub>	0
G <sub>1</sub>	1.39%
G <sub>2</sub>	0.00%
A	-1.39%
L	66.67
Keterangan Cembung	
STA	
PLV	7319.67
A	7336.33
PPV	7353.00
B	7369.67
PTV	7386.34
Elevasi	
PLV	51.25
A	51.45
PPV	51.60
B	51.68
PTV	51.71

SCS	STA 7+475	STA 7+584
Data Eksisting		
R eksisting	20.00	50.00
R min eksisting	166.74	166.74
Kecelakaan Vr (asumsi)	60.00	60.00
Δ	34.00	40.00
e (superelevasi)	0.02	0.02
fm(asumsi)	0.15	0.15
CEK	REDESIGN	REDESIGN
Data Redesign		
Rc	80.00	120.00
Vr	40.00	50.00
e (superelevasi)	0.02	0.02
fm	0.15	0.15
Δ	34.00	40.00
Ls	10.00	15.00
Lc	37.45	68.73
CEK	OK	OK
Rmin	74.11	115.79
bs	3.58	3.58
p	0.05	0.08
k	5.00	7.50
Ts	29.47	51.21
Es	3.71	7.78
Ltotal	57.45	98.73



Potongan Memanjang  
Skala vertikal 1 : 40    Skala horizontal 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

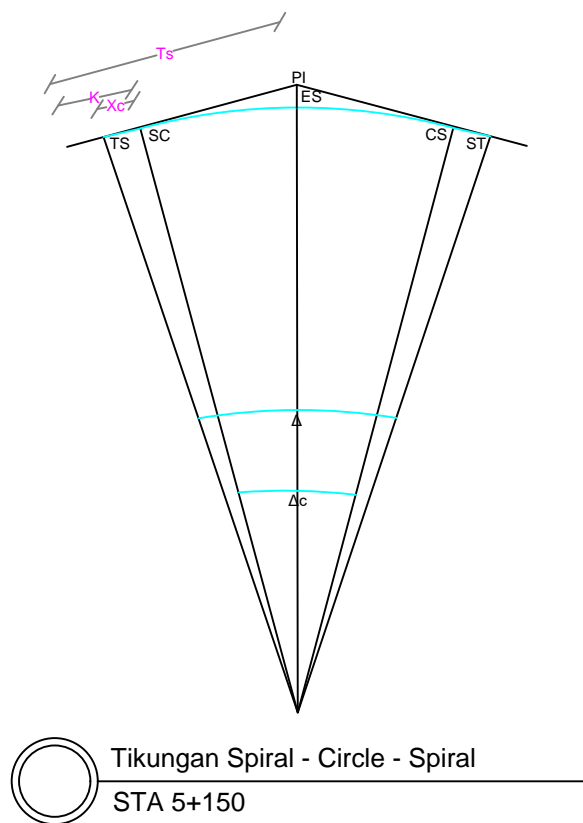
Potongan Memanjang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
5	44





a. Tikungan STA 5+150 (Spiral-Circle-Spiral)  
Diperoleh data dari gambar eksisting Jalan Lingkar Timur Sidoarjo :

R = 10m  
Δ = 30  
E = 2%  
F = 0,15  
V asumsi = 70 km/jam

Dikarenakan pada data eksisting tidak diketahui kecepatannya, maka kami mengasumsikan Jalan Lingkar Timur Sidoarjo yang sebagaimana termasuk ke dalam jalan Arteri I Antar Kota maka kecepatan ideal 40 - 80 km/jam.

- Menentukan nilai R min  
Nilai R min dapat dihitung dengan persamaan :

$$R_{min} = \frac{v^2}{127 \times (e_{maks} + f_{maks})}$$

$$R_{min} = \frac{(70km/jam)^2}{127 \times (0,02 + 0,15)}$$

$$R_{min} = 226,95 \text{ m}$$

$$\text{Syarat} = R_{min} < R_{rencana}$$

$$= 226,95 > 10 \text{ (Tidak OK)}$$

Berdasarkan perhitungan, nilai R eksisting lebih kecil dari pada nilai Rmin maka dari itu perlu adanya desain ulang untuk tikungan pada STA 5+150

Redesign Lengkung Horizontal STA 5+150 (Spiral-Circle-Spiral)

Rc = 80  
Vr = 40  
Ls = 10  
E = 2%  
Fm = 0,15  
Δ = 30

- Menentukan nilai R min  
Nilai R min dapat dihitung dengan persamaan :

$$R_{min} = \frac{v^2}{127 \times (e_{maks} + f_{maks})}$$

$$R_{min} = \frac{(40km/jam)^2}{127 \times (0,02 + 0,15)}$$

$$R_{min} = 74,108 \text{ m}$$

$$\text{Syarat} = R_{min} < R_{rencana}$$

$$= 74,108 < 80 \text{ (OK)}$$

- Menentukan nilai Xs  
Nilai Xs dapat dihitung dengan persamaan :

$$Xs = Ls \times \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \times Rc^2}\right)$$

$$Xs = 10 \times \left(1 - \frac{10^2}{40 \times 80^2}\right)$$

$$Xs = 9,996 \text{ m}$$

- Menentukan nilai Ys  
Nilai Ys dapat dihitung dengan persamaan :

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 \times Rc}$$

$$Ys = \frac{10^2}{6 \times 80}$$

$$Ys = 0,2083 \text{ m}$$

- Menentukan nilai θs  
Nilai θs dapat dihitung dengan persamaan :

$$\theta s = \frac{90 \times Ls}{\pi \times Rc}$$

$$\theta s = \frac{90 \times 10}{3,14 \times 80}$$

$$\theta s = 3,582$$

- Menentukan nilai p  
Nilai p dapat dihitung dengan persamaan :

$$p = Ys - Rc(1 - \cos \theta s)$$

$$p = 0,2083 - 80(1 - \cos 3,582)$$

$$p = 0,0519 \text{ m}$$

- Menentukan nilai k  
Nilai k dapat dihitung dengan persamaan :

$$k = Ls - \frac{Ls^2}{40 \times Rc^2} - (Rc \times \sin \theta s)$$

$$k = 10 - \frac{10^2}{40 \times 80^2} - (80 \times \sin 3,582)$$

$$k = 5,0003 \text{ m}$$

- Menentukan nilai Ts  
Nilai Ts dapat dihitung dengan persamaan :

$$Ts = [(Rc + p) \tan 0,5\Delta] + k$$

$$Ts = [(80 + 0,0519) \tan 15] + 5,0003$$

$$Ts = 26,4502 \text{ m}$$

- Menentukan nilai Es  
Nilai Es dapat dihitung dengan persamaan :

$$Es = [(Rc + p) \sec 0,5\Delta] - Rc$$

$$Es = [(80 + 0,0519) \sec 15] - 80$$

$$Es = 2,876 \text{ m}$$

- Menentukan Nilai Lc

$$Lc = \frac{\Delta - 2\theta s}{180} \times \pi \times Rc$$

$$Lc = \frac{30 - 2 \times 3,582}{180} \times 3,14 \times 80$$

$$Lc = 31,868$$

- Menentukan nilai L total  
Nilai L total dapat dihitung dengan persamaan ;

$$L_{total} = Lc + 2Ls$$

$$L_{total} = 31,868 + 2(10)$$

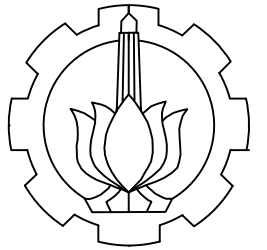
$$L_{total} = 51,868 \text{ m}$$

- Kontrol  
Spiral - Circle - Spiral dapat dikontrol dengan :

$$L_{total} < 2Ts$$

$$51,868 < 2(26,4502)$$

$$51,868 < 52,9004 \text{ (OK)}$$



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

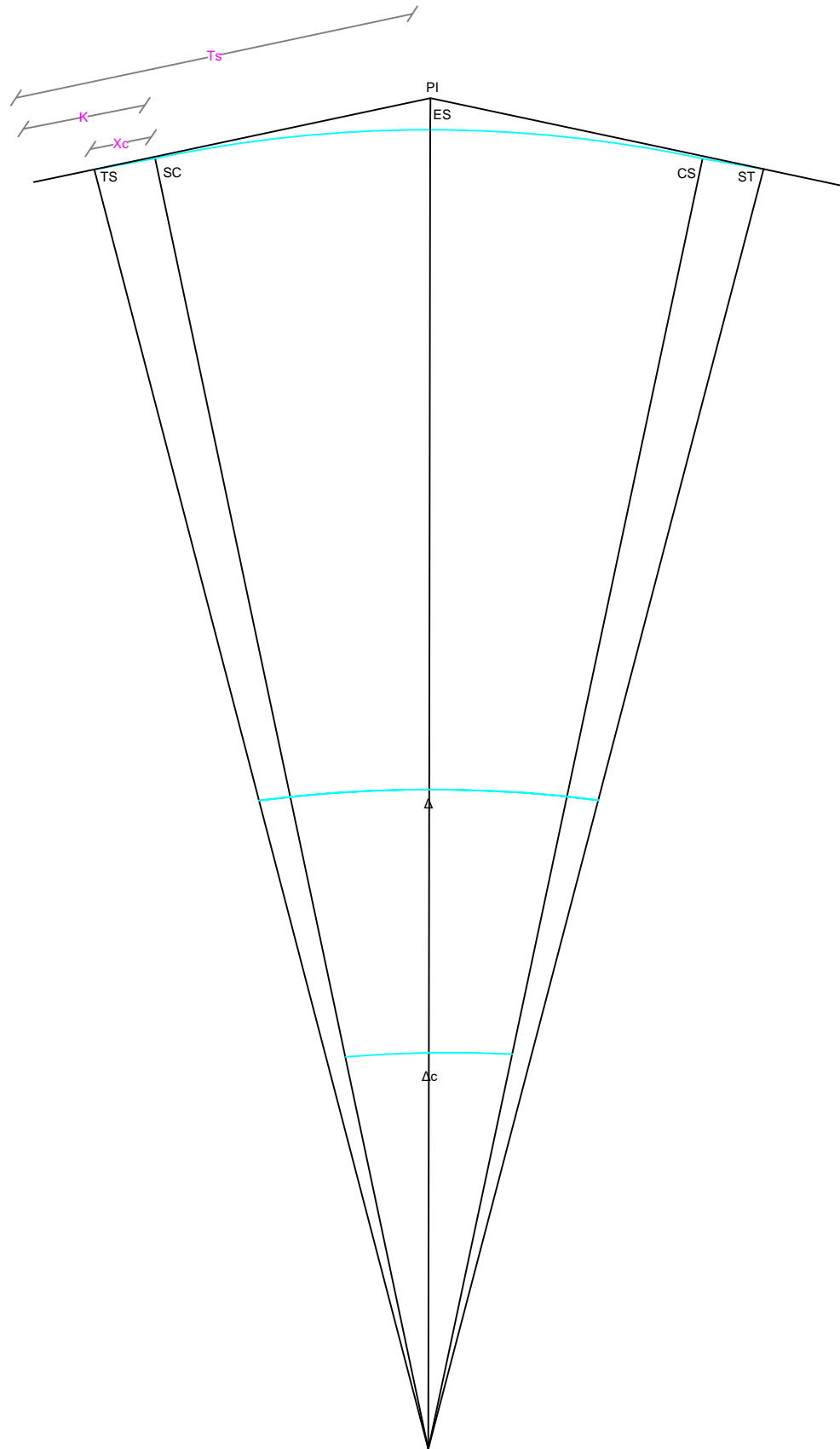
Alinyemen Horizontal

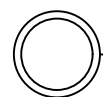
NAMA MAHASISWA

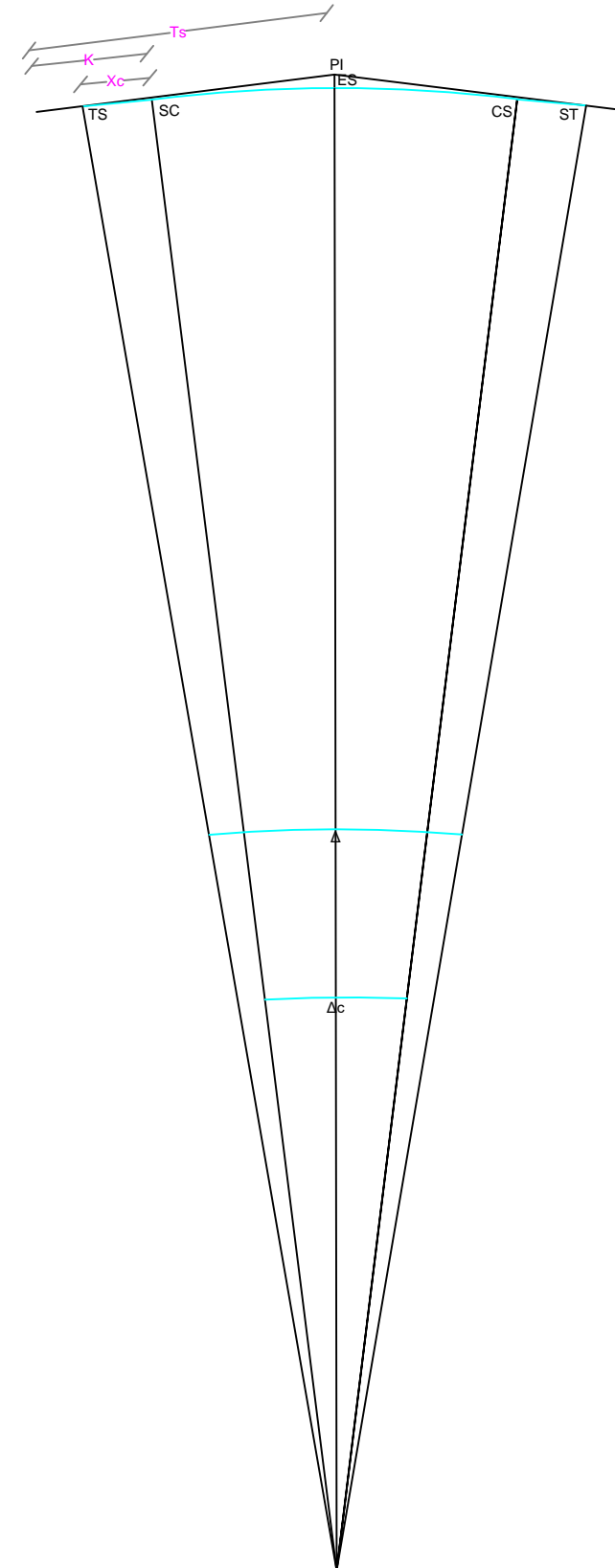
BAGAS BAMASKA  
10111500000002

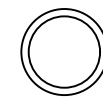
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

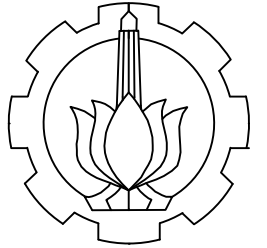
NO	JUMLAH
6	44



 Tikungan Spiral - Circle - Spiral  
STA 5+775



 Tikungan Spiral - Circle - Spiral  
STA 5+450



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

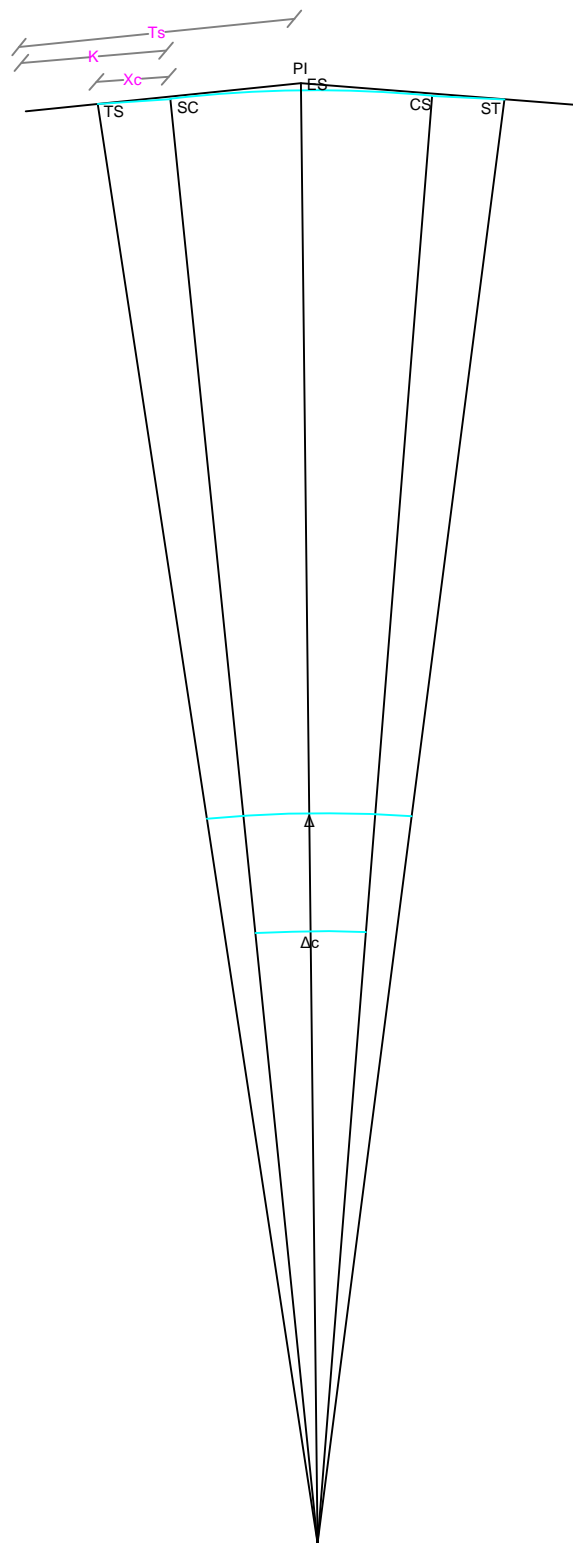
JUDUL GAMBAR

Alinyemen Horizontal

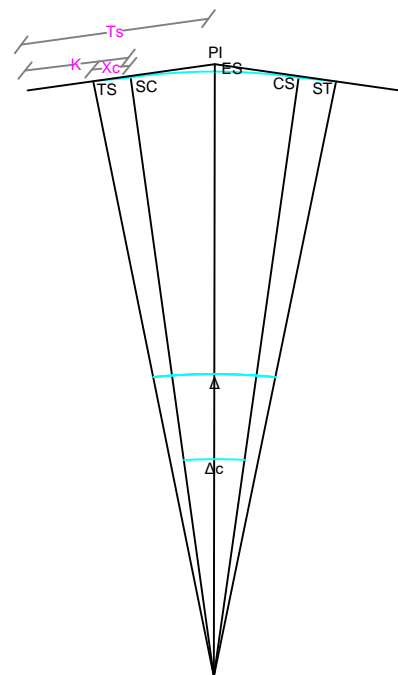
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
1011150000002  
DANAR BERLIANANDO  
1011150000003

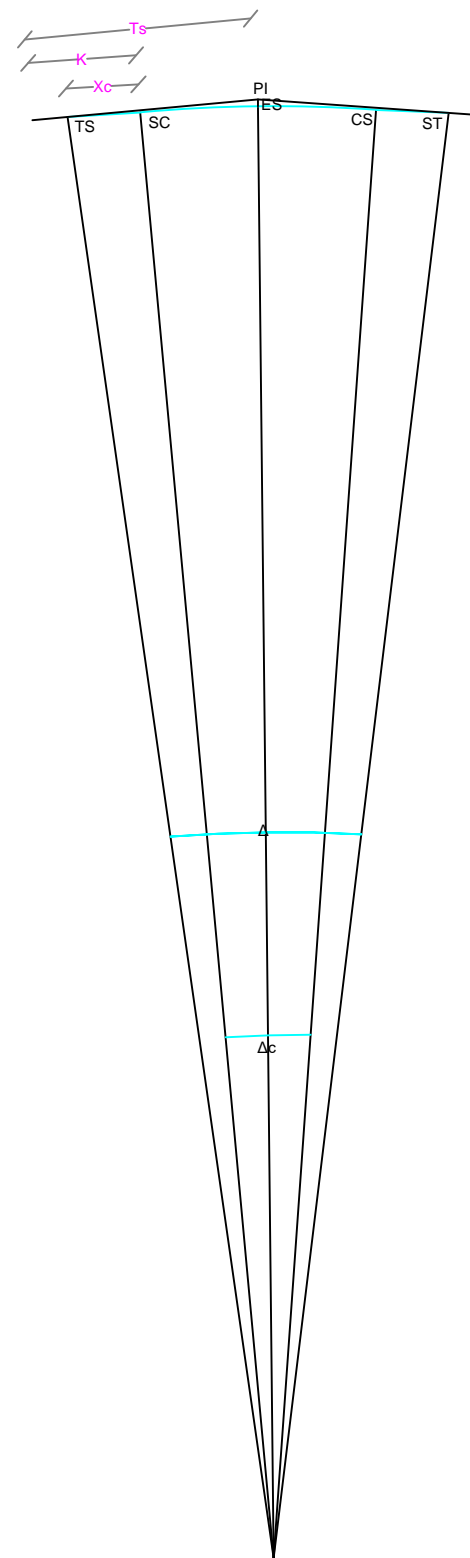
NO	JUMLAH
7	44



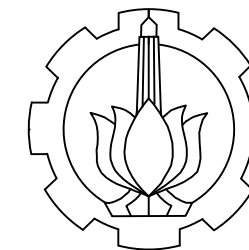
Tikungan Spiral - Circle - Spiral  
STA 7+090



Tikungan Spiral - Circle - Spiral  
STA 6+565



Tikungan Spiral - Circle - Spiral  
STA 6+125



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

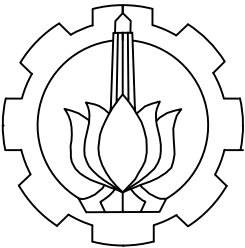
JUDUL GAMBAR

Alinyemen Horizontal

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
8	44



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

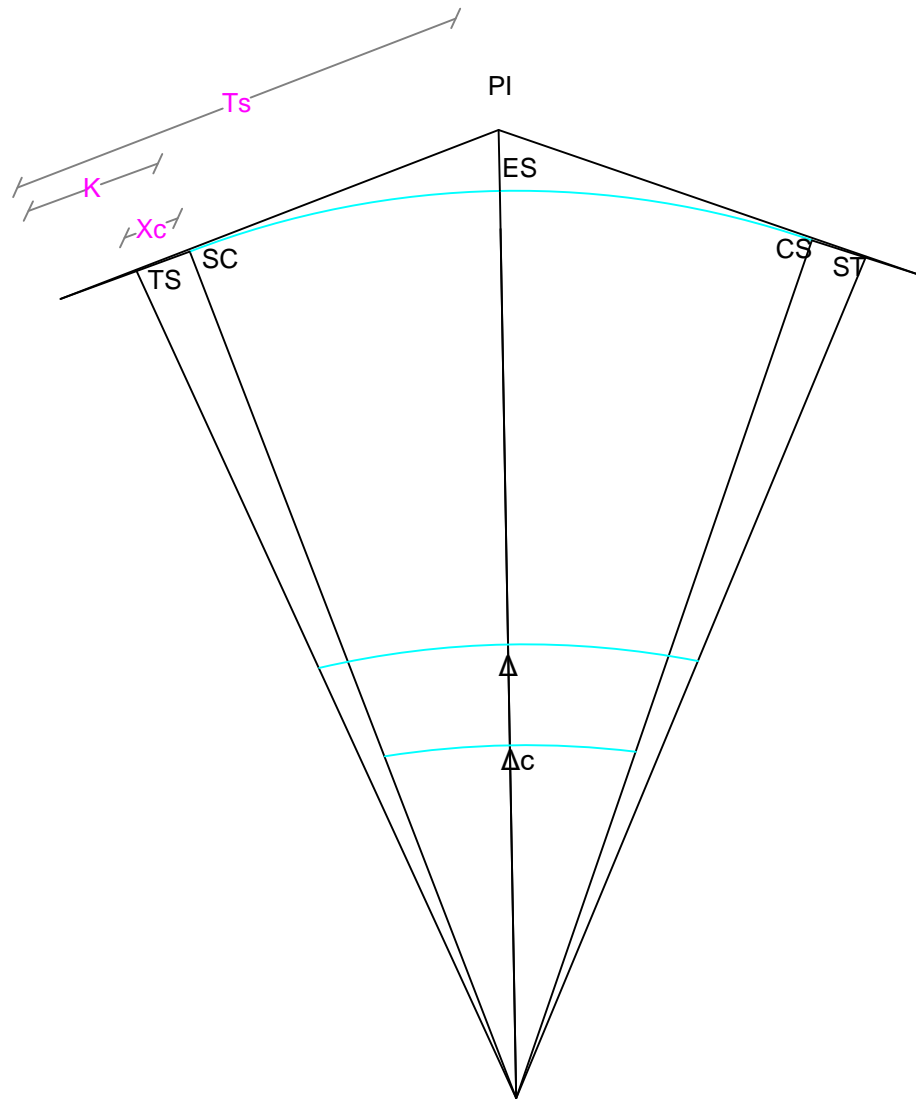
JUDUL GAMBAR

Alinyemen Horizontal

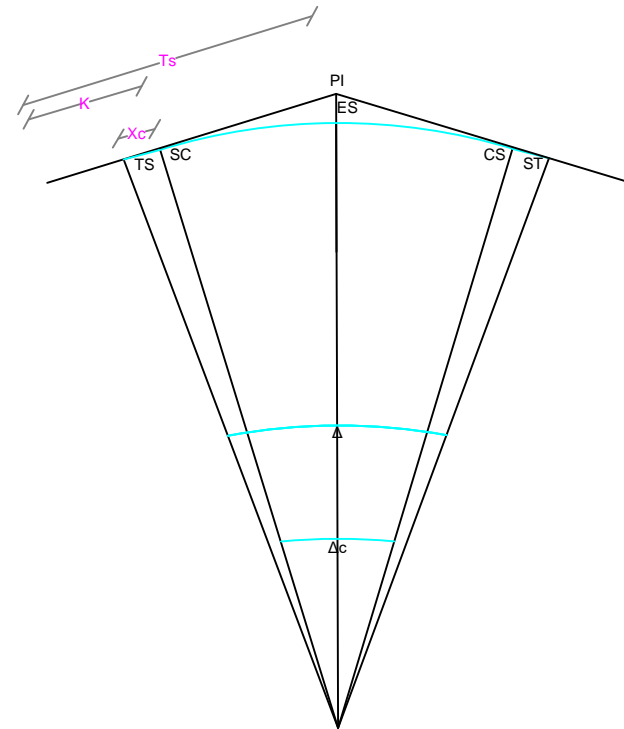
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
1011150000002  
DANAR BERLIANANDO  
1011150000003

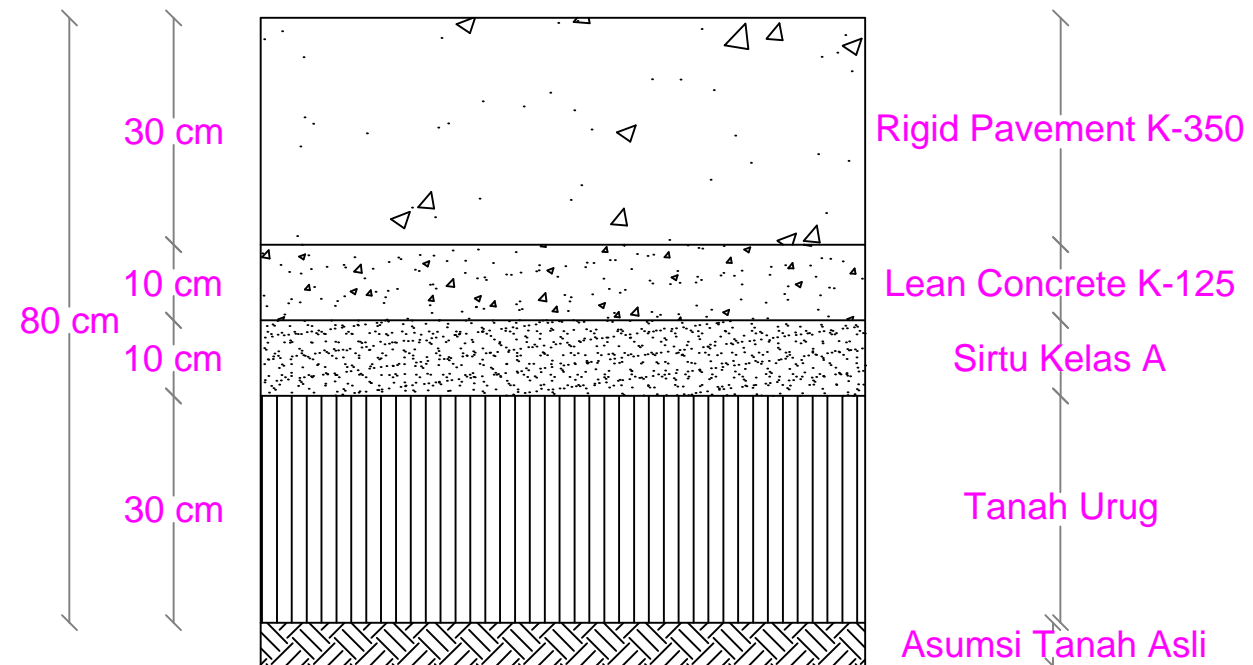
NO	JUMLAH
9	44



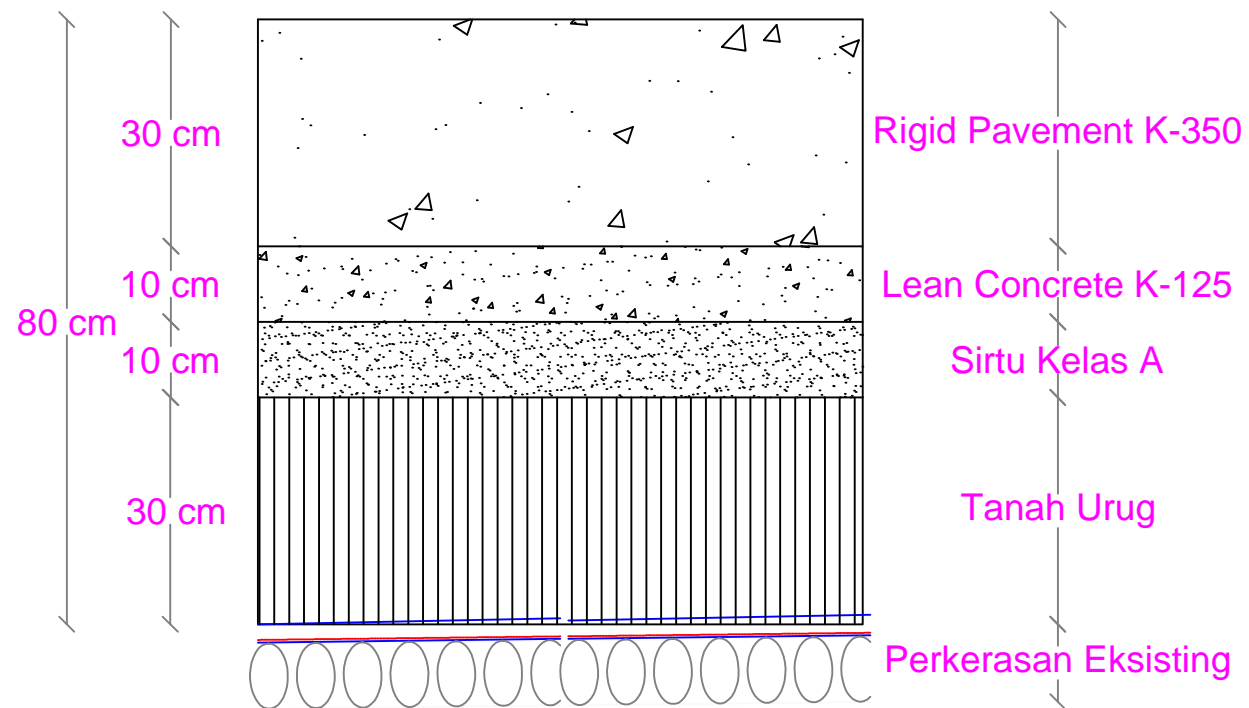
Tikungan Spiral - Circle - Spiral  
STA 7+584



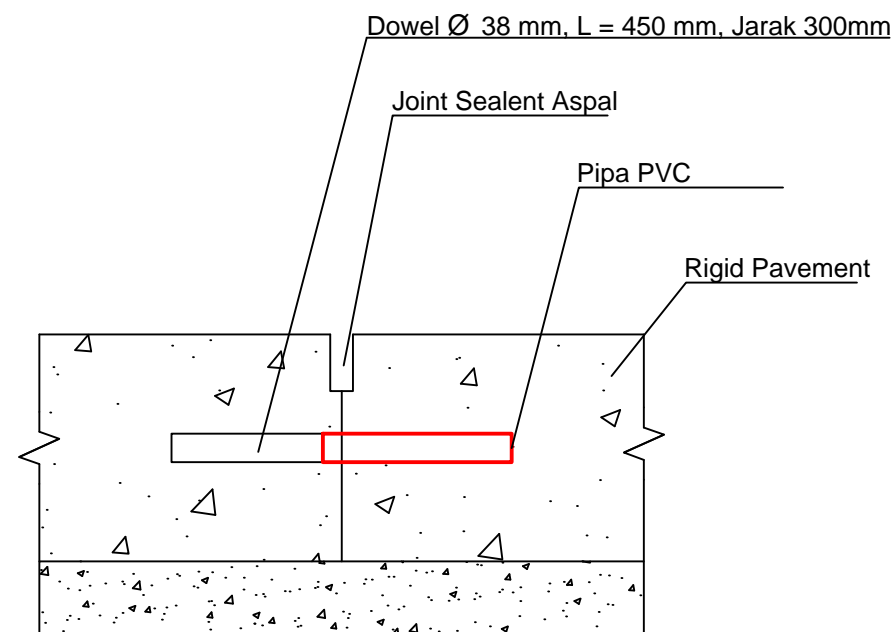
Tikungan Spiral - Circle - Spiral  
STA 7+475



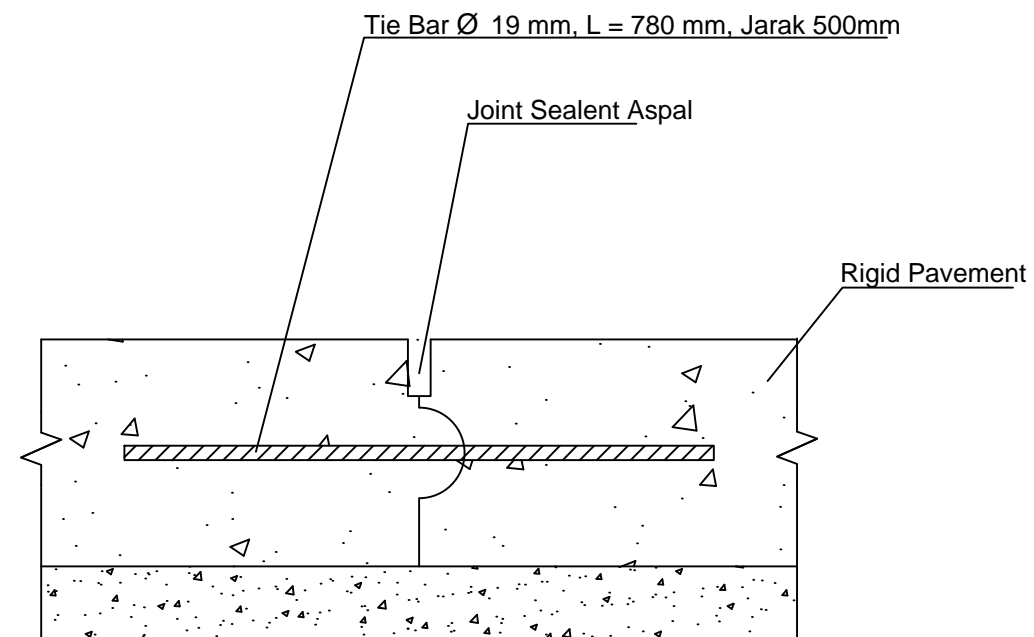
Detail Rigid Pavement Pelebaran  
Skala Horizontal 1 : 50  
Skala Vertikal 1 : 10



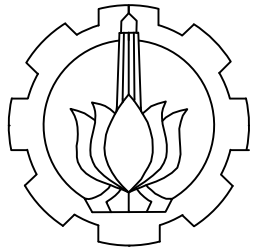
Detail Rigid Pavement diatas Perkerasan Eksisting  
Skala Horizontal 1 : 50  
Skala Vertikal 1 : 10



Detail Dowel Rigid Pavement  
Skala 1 : 10



Detail Tie Bar Rigid Pavement  
Skala 1 : 10



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

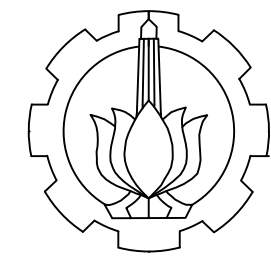
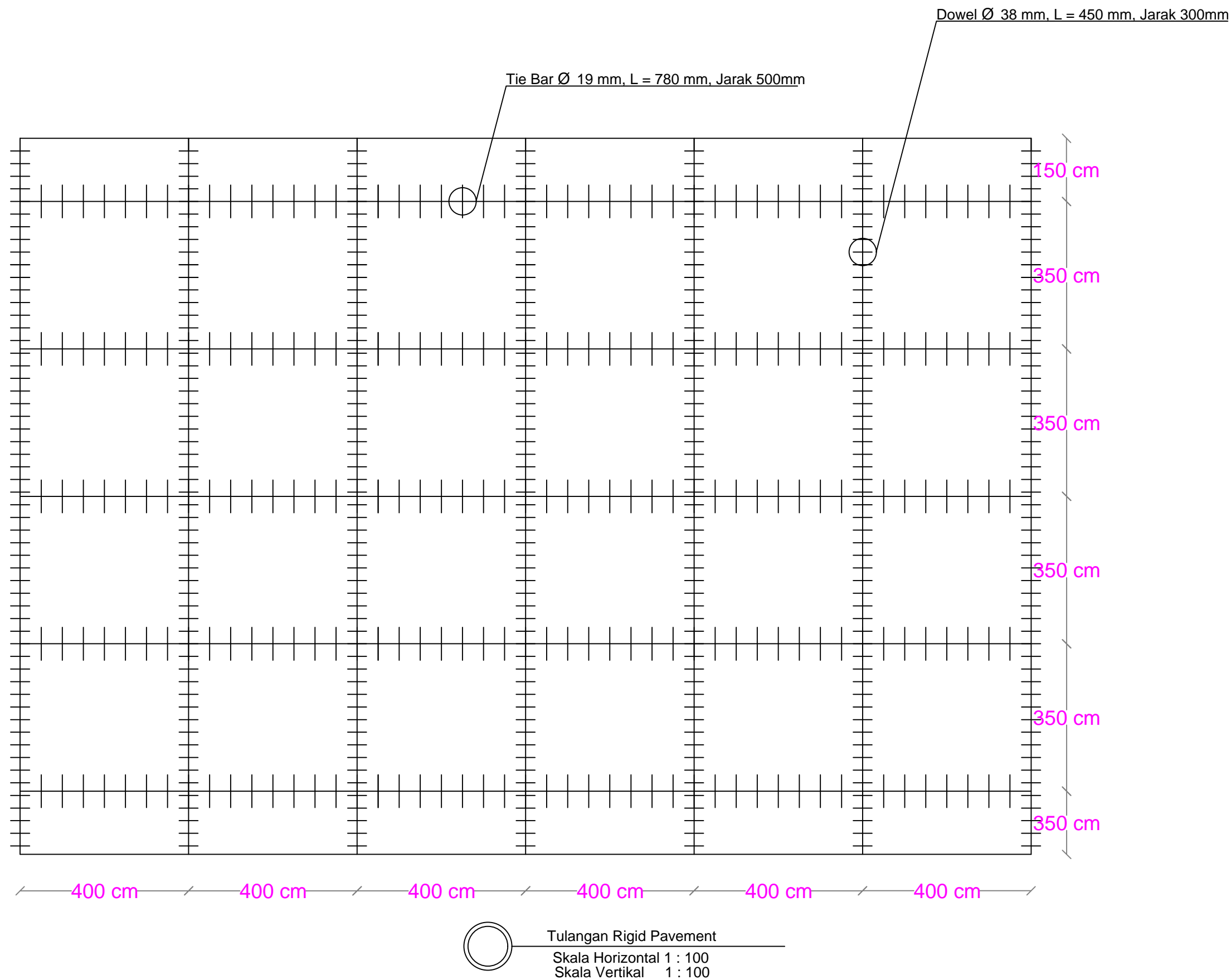
JUDUL GAMBAR

Detail Perkerasan  
Kaku

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
10	44



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

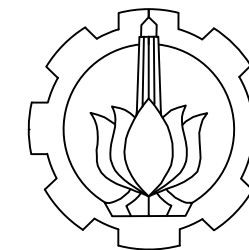
JUDUL GAMBAR

Gambar Tulangan

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
11	44



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

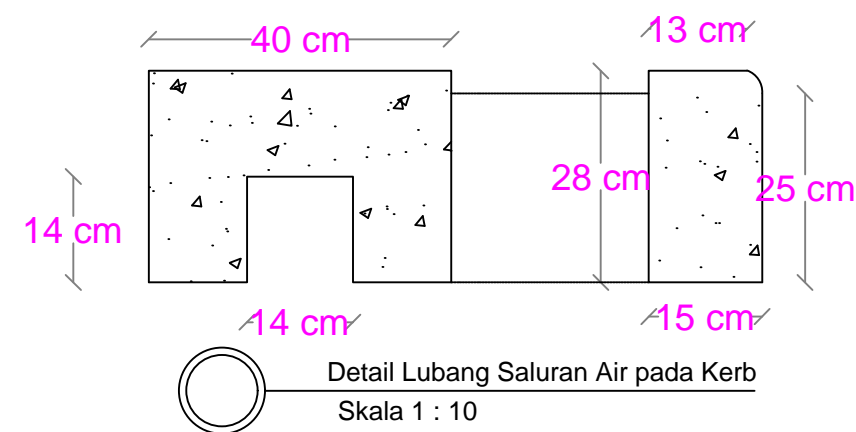
JUDUL GAMBAR

Detail Saluran Pembuangan  
Air Jalan

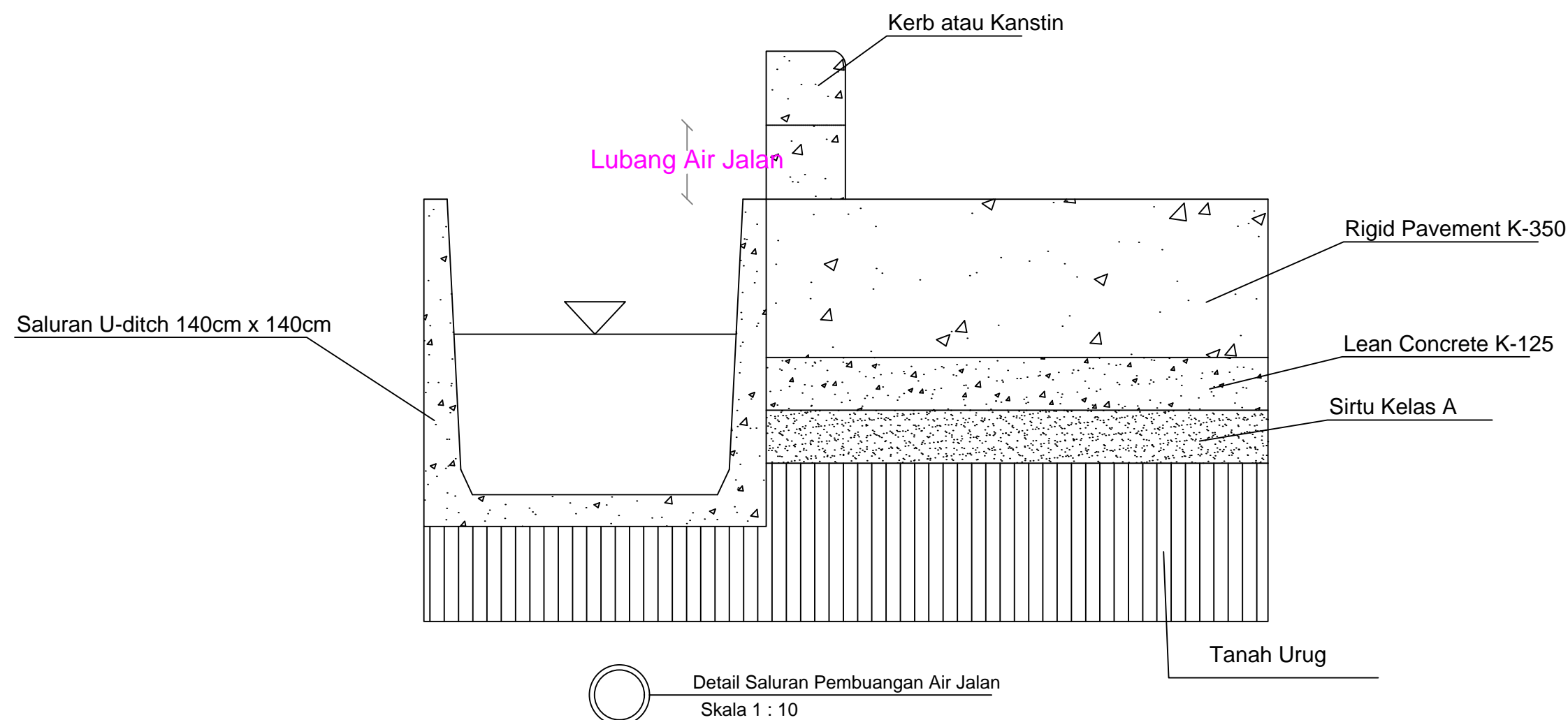
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

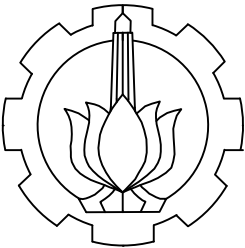
NO	JUMLAH
12	44



Detail Lubang Saluran Air pada Kerb  
Skala 1 : 10



Detail Saluran Pembuangan Air Jalan  
Skala 1 : 10



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

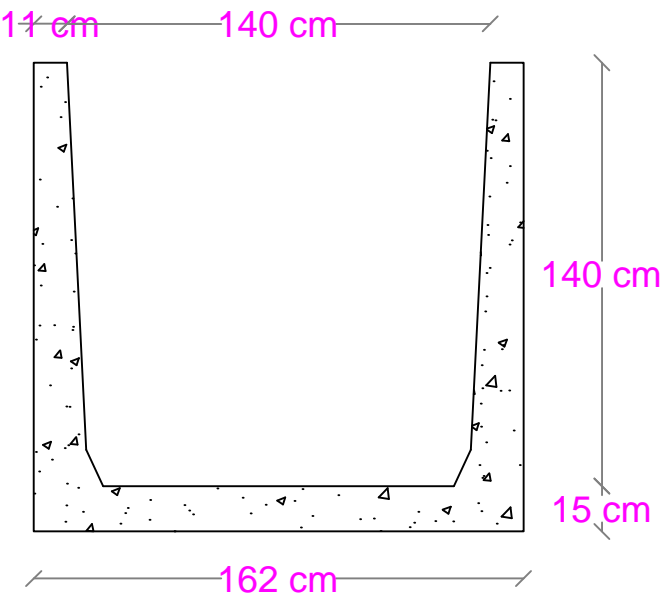
JUDUL GAMBAR

Detail Saluran Drainase  
U-Ditch 140cm x 140cm

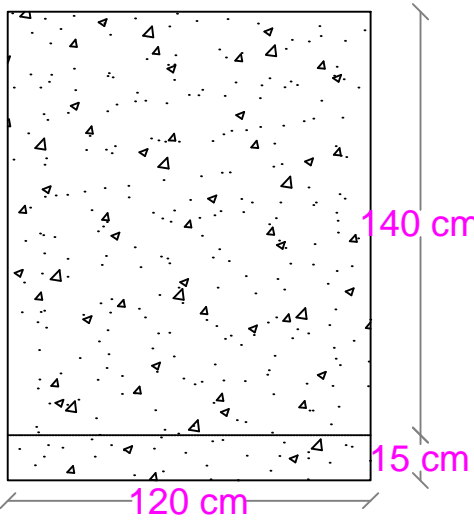
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
13	44

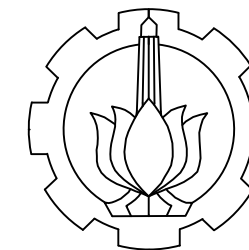


Potongan Melintang Saluran Drainase U-Ditch  
Skala 1 : 40



Potongan Memanjang Saluran Drainase U-Ditch  
Skala 1 : 40





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

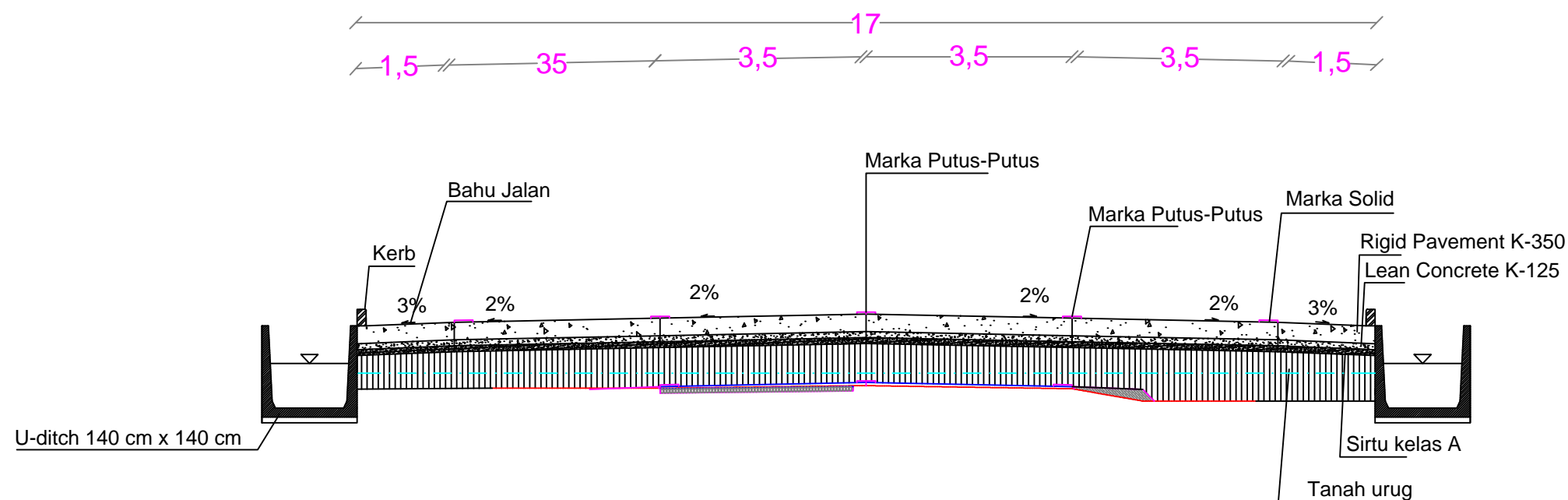
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

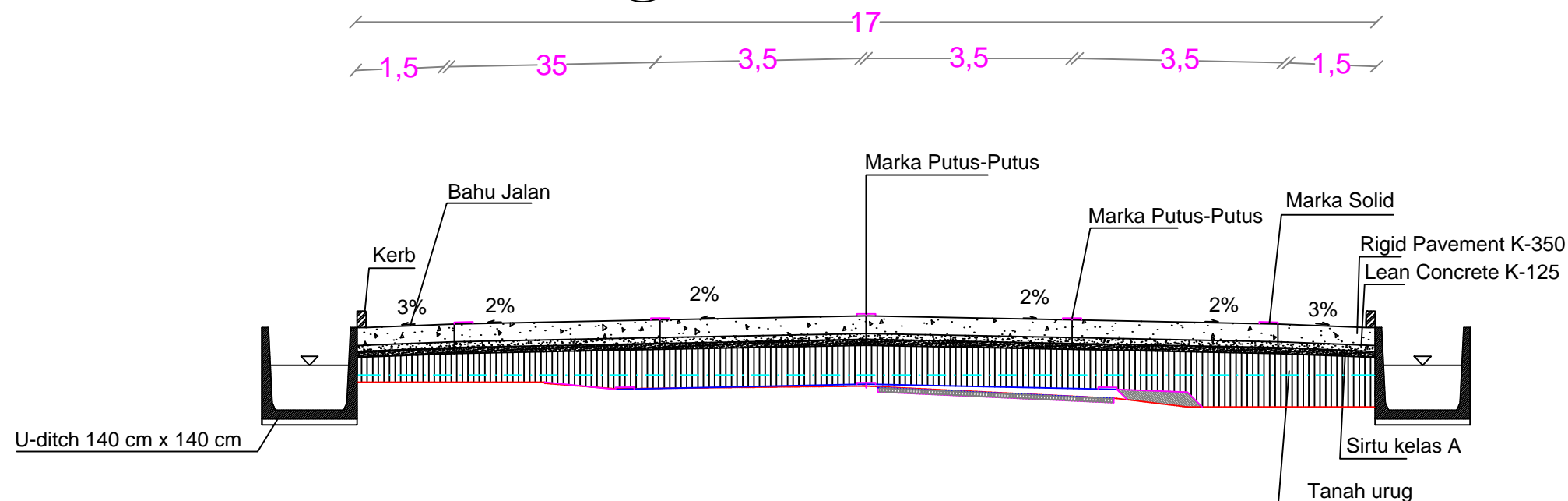
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

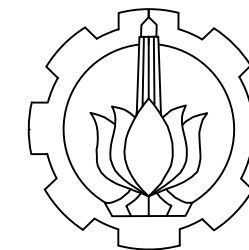
NO	JUMLAH
14	44



Potongan Melintang STA 4+650  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 4+700  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

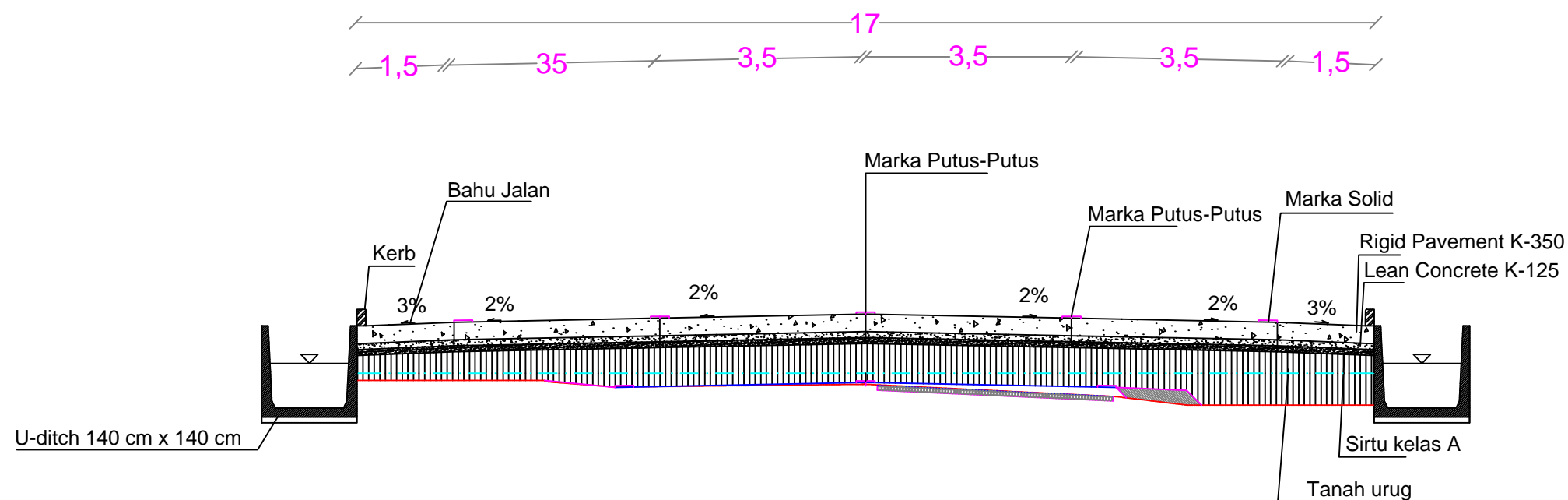
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

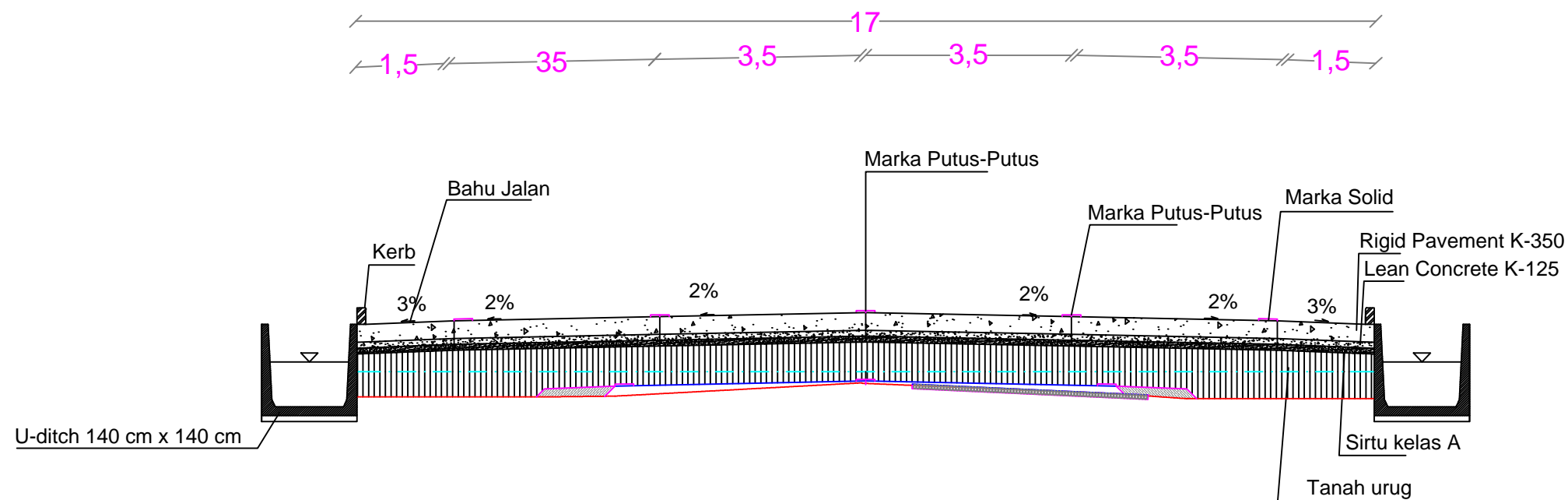
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

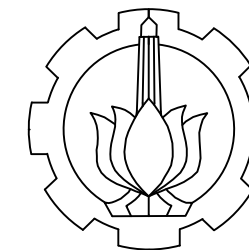
NO	JUMLAH
15	44



Potongan Melintang STA 4+750  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 4+800  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

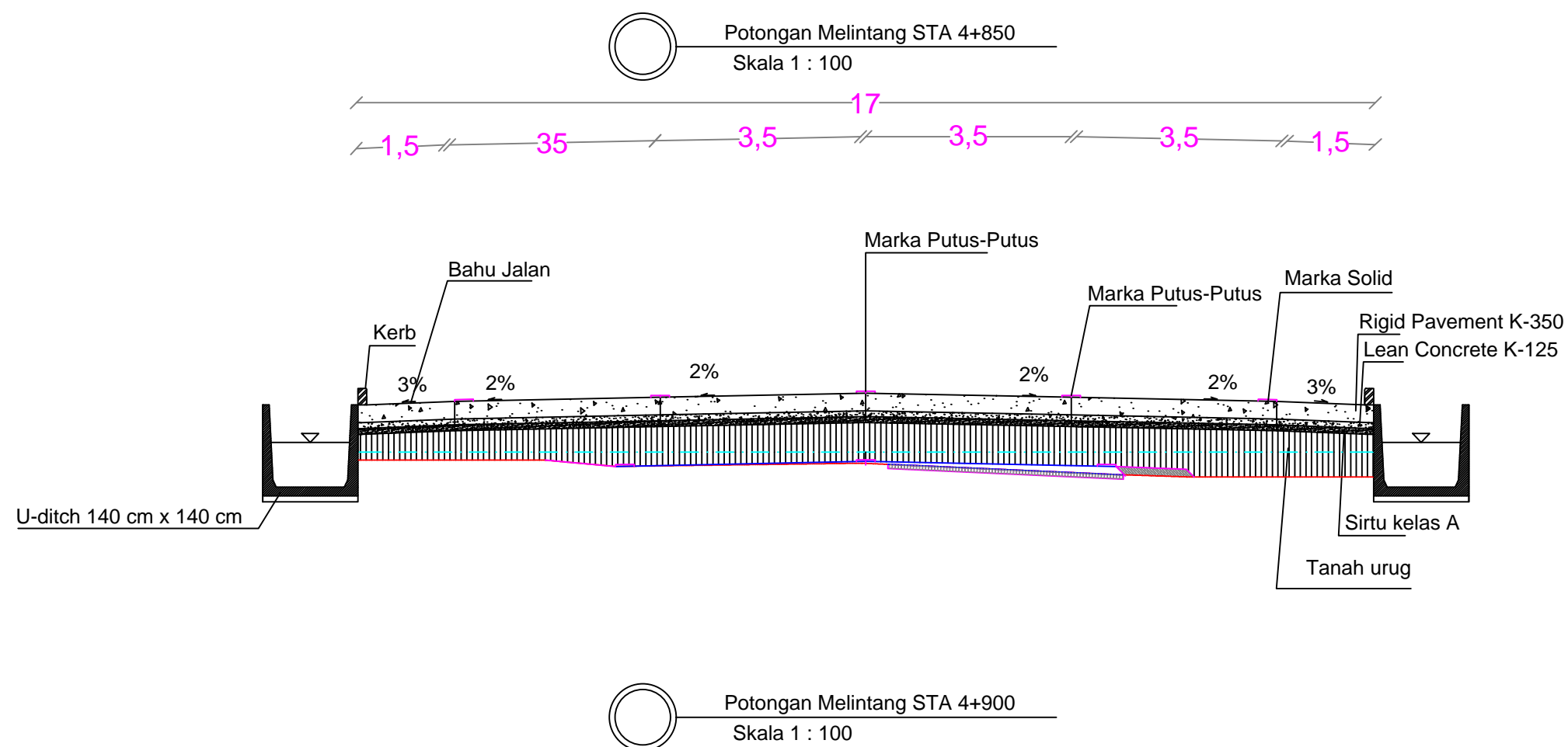
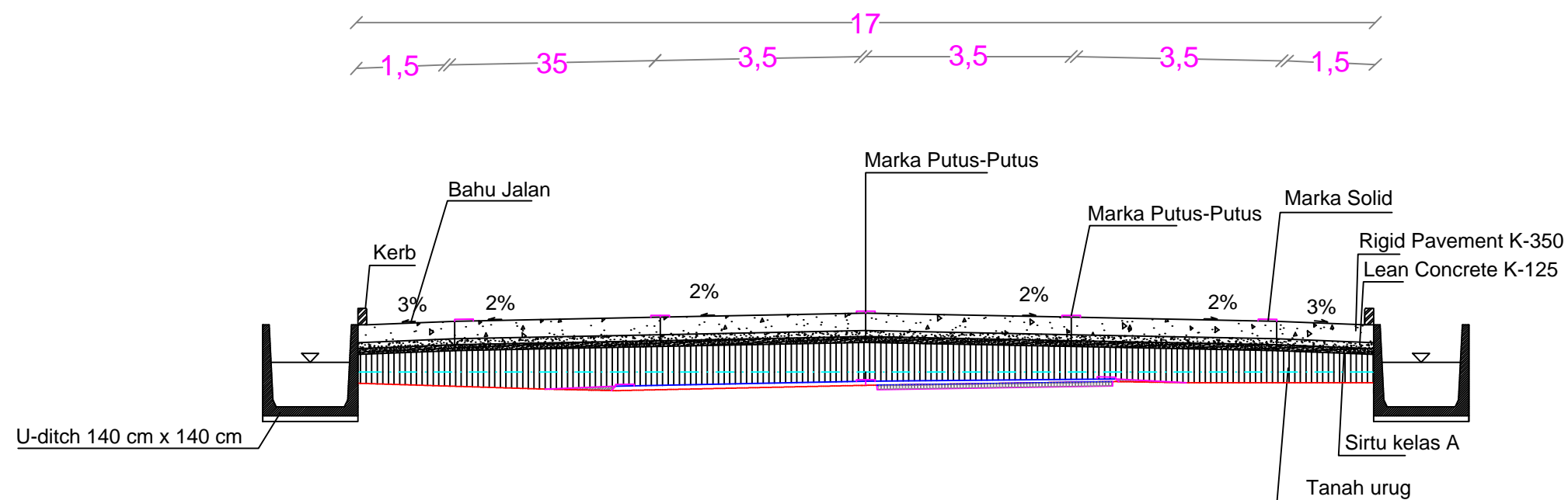
NAMA MAHASISWA

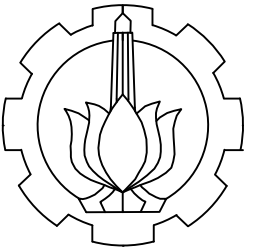
BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
----	--------

16

44





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

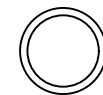
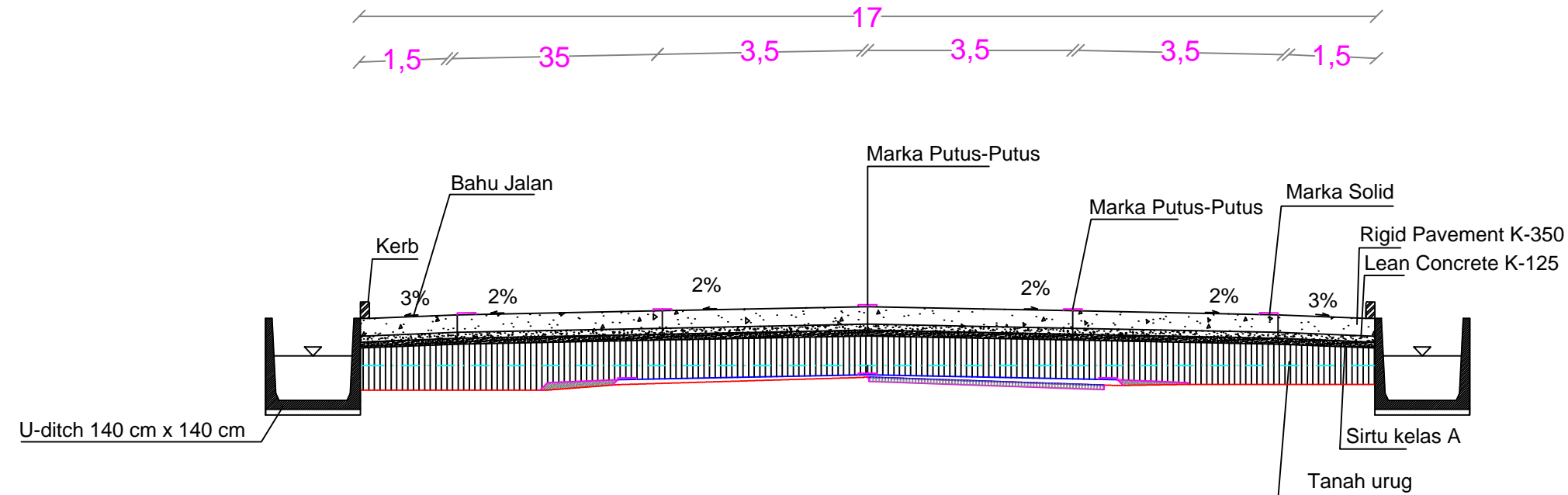
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

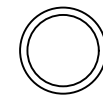
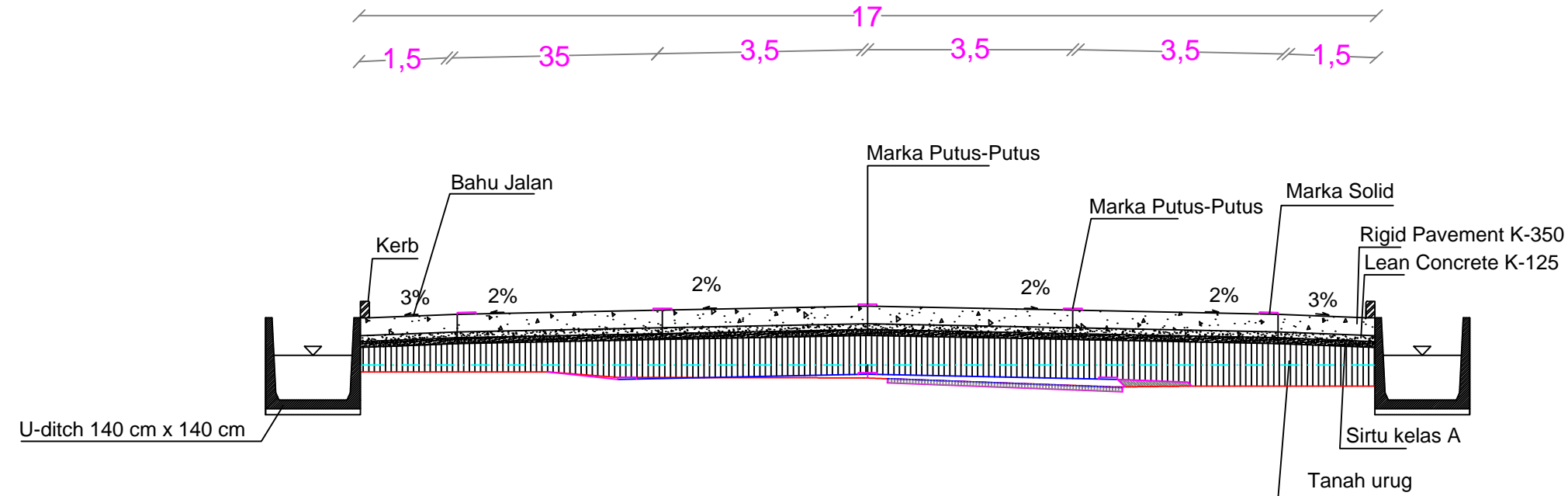
NO	JUMLAH
----	--------

17

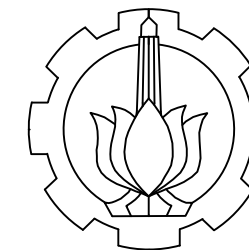
44



Potongan Melintang STA 4+950  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 5+000  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

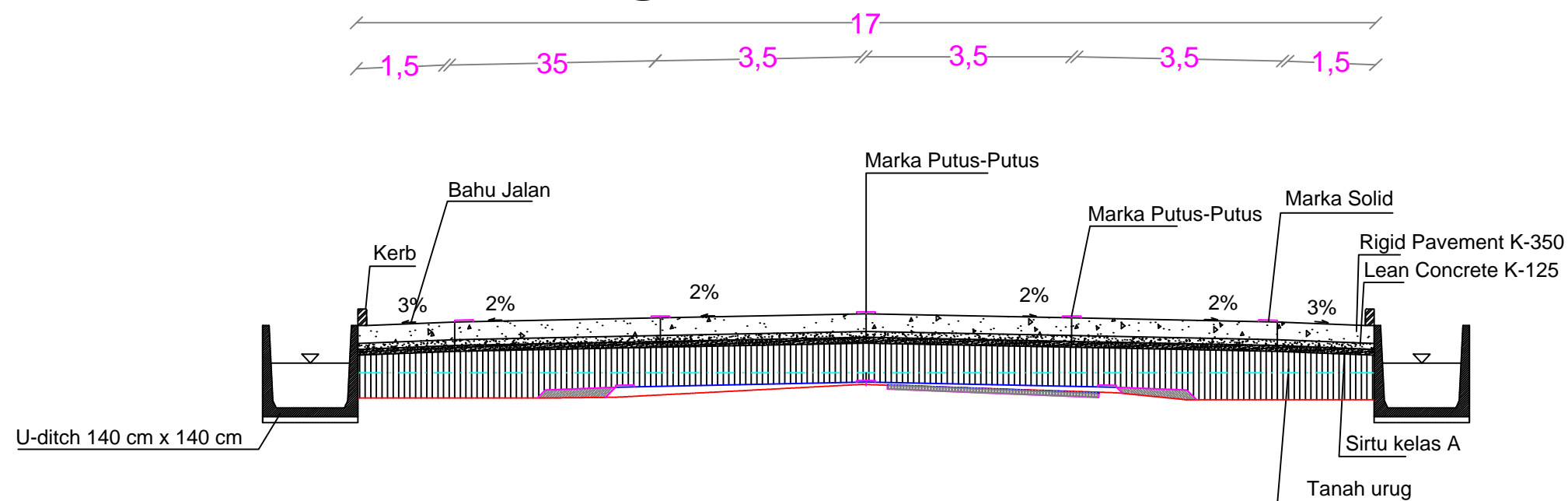
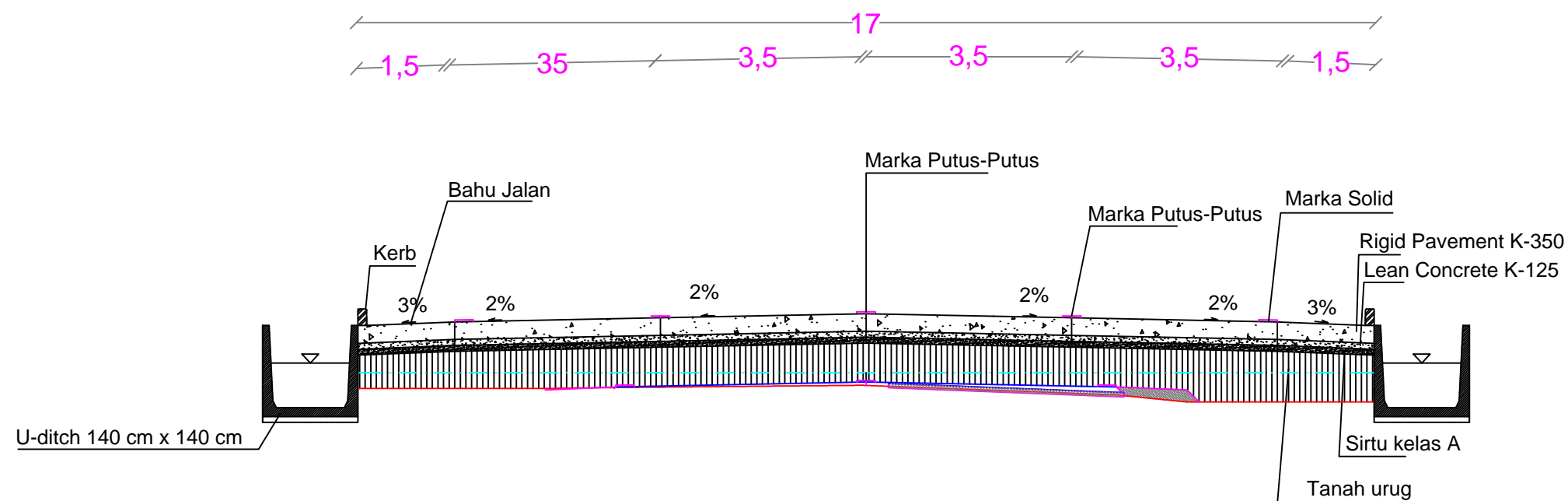
JUDUL GAMBAR

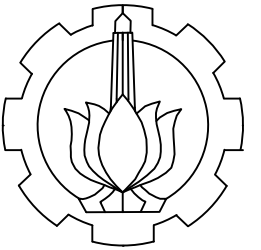
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
18	44





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

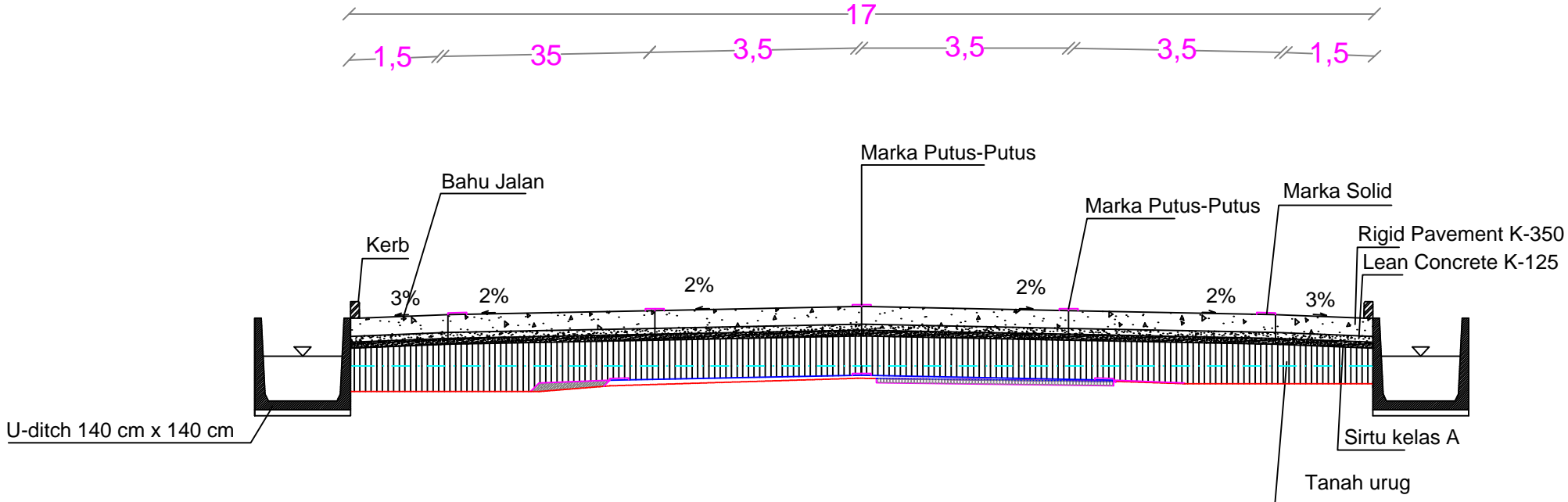
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

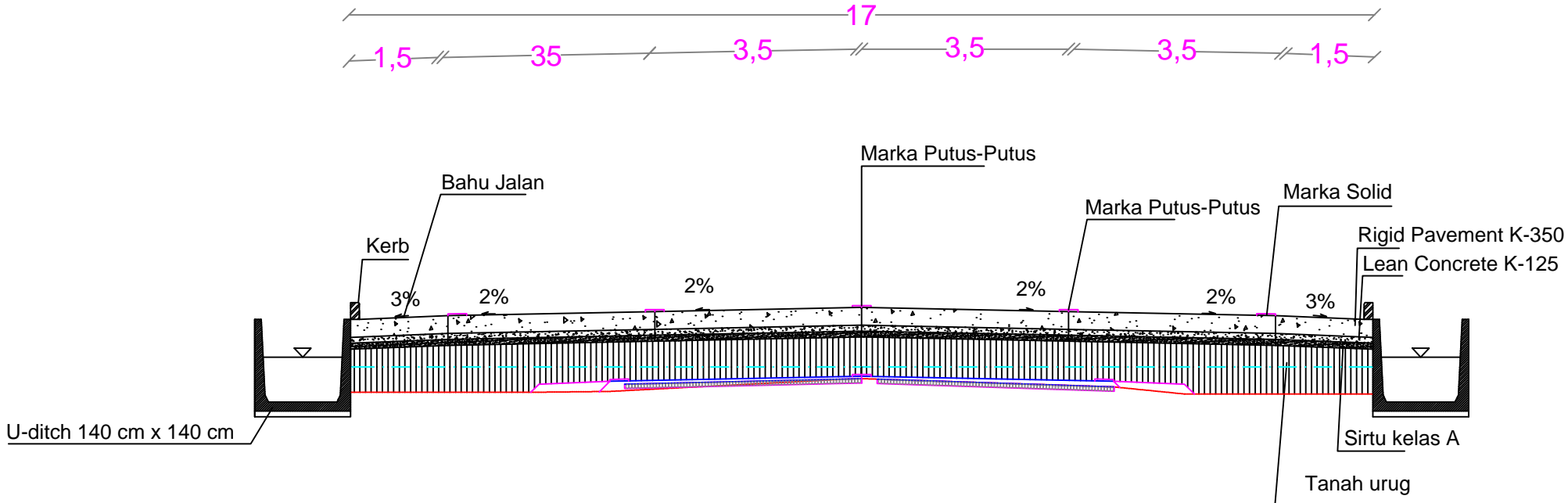
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

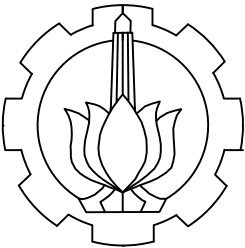
NO	JUMLAH
19	44



Potongan Melintang STA 5+150  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 5+200  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

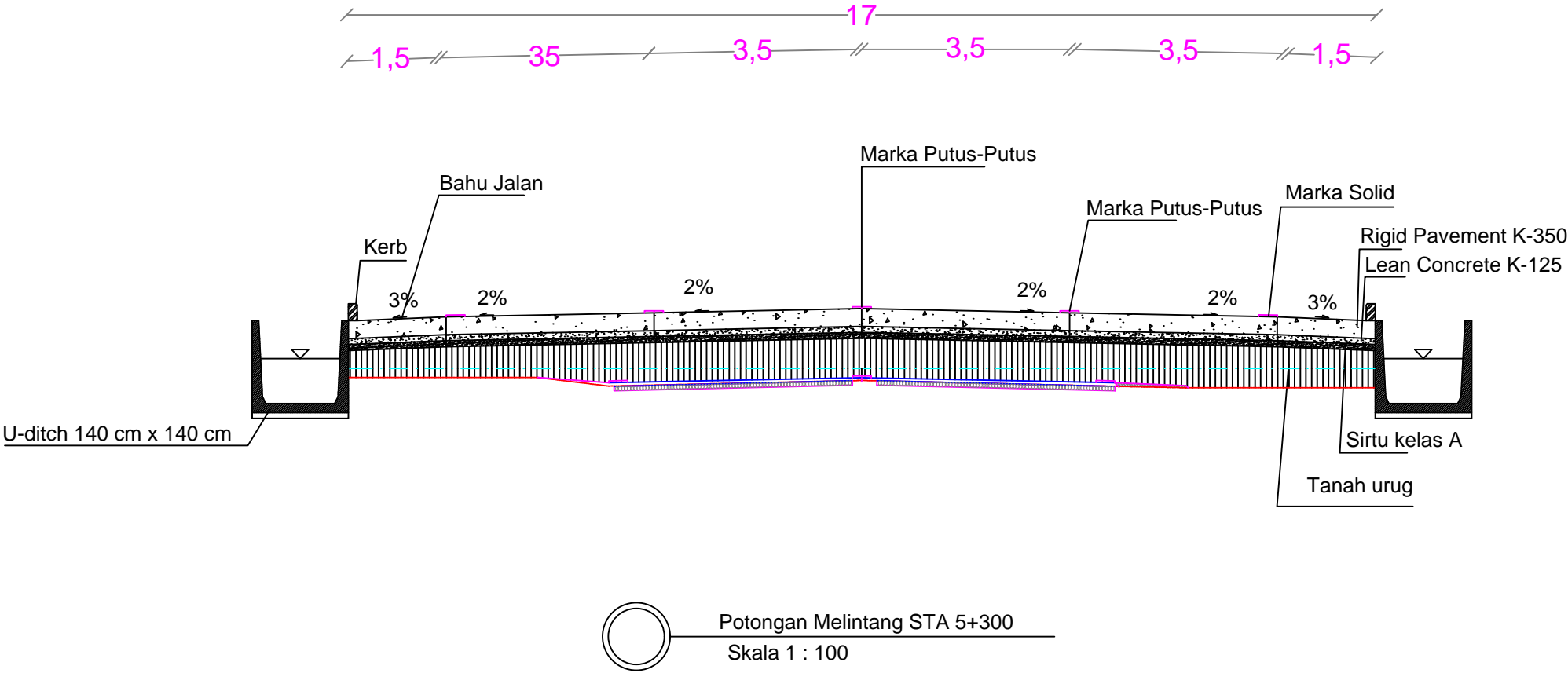
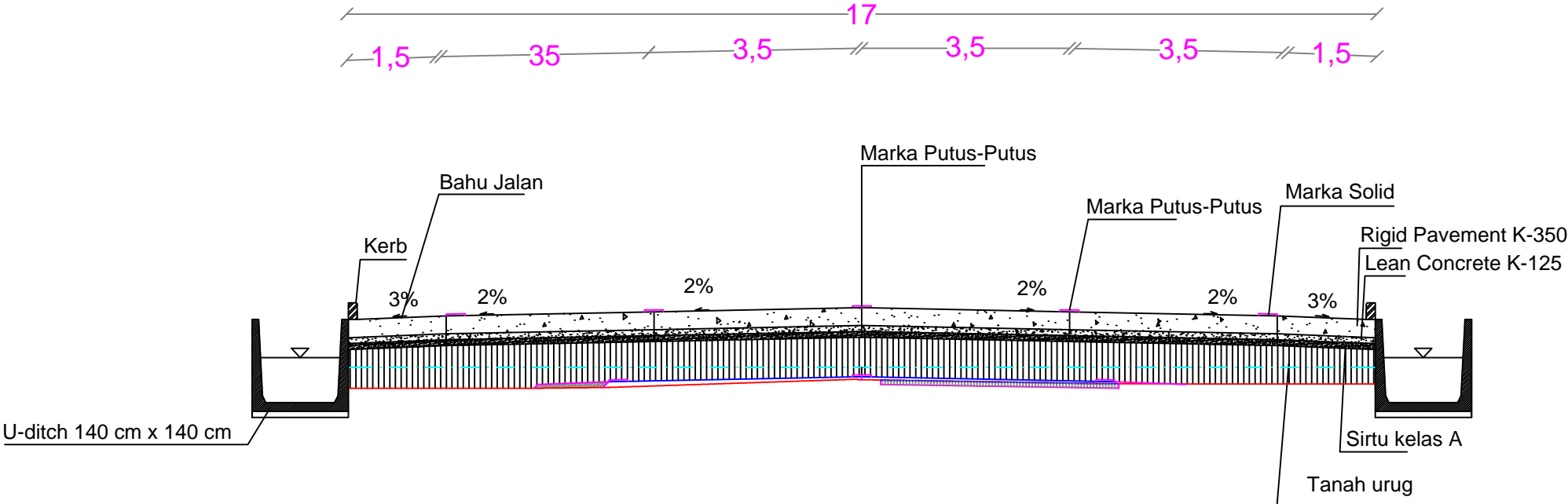
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

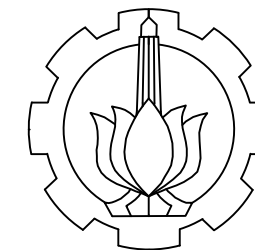
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
20	44







PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

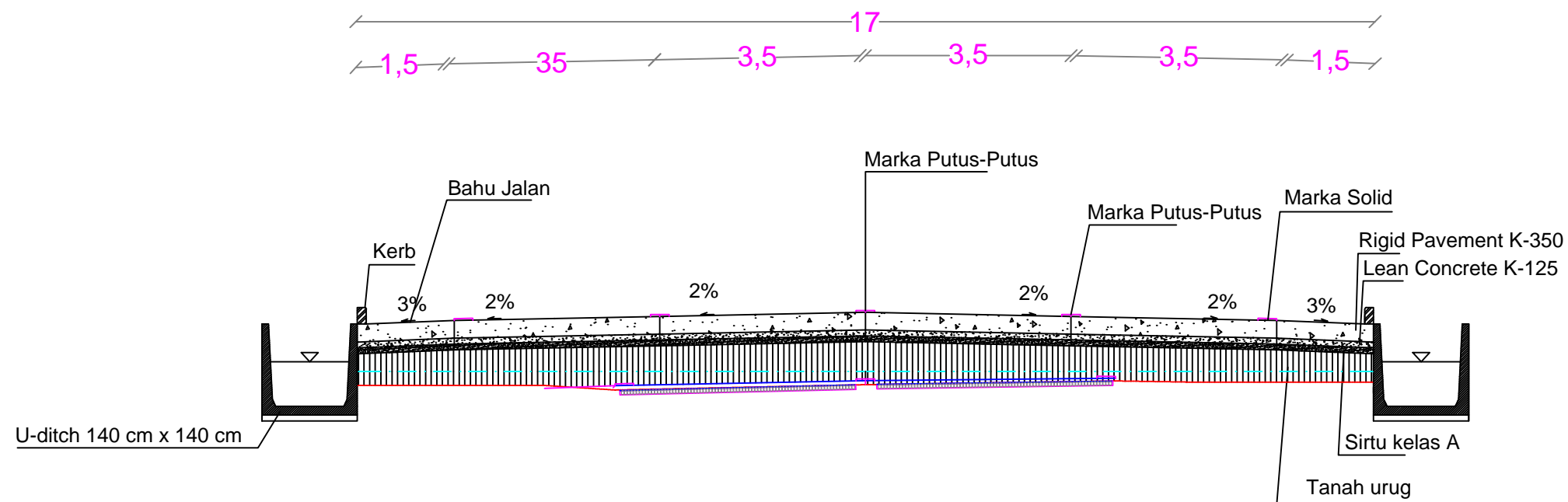
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

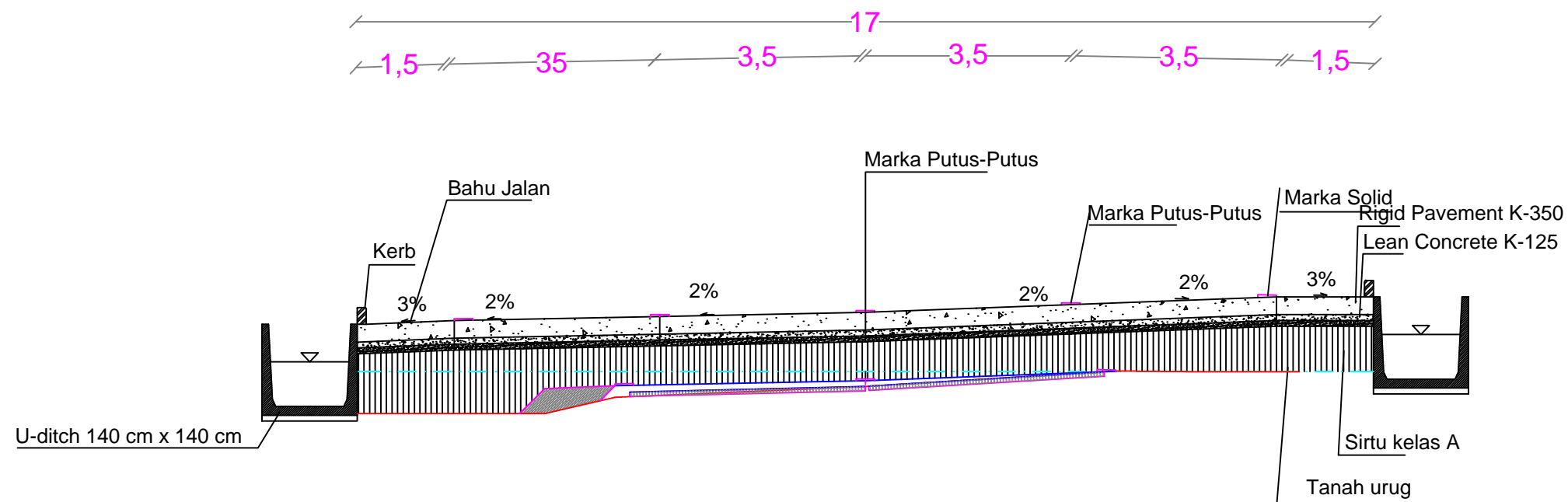
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
21	44

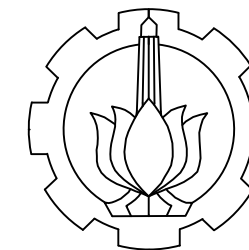


Potongan Melintang STA 5+350  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 5+400  
Skala 1 : 100





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

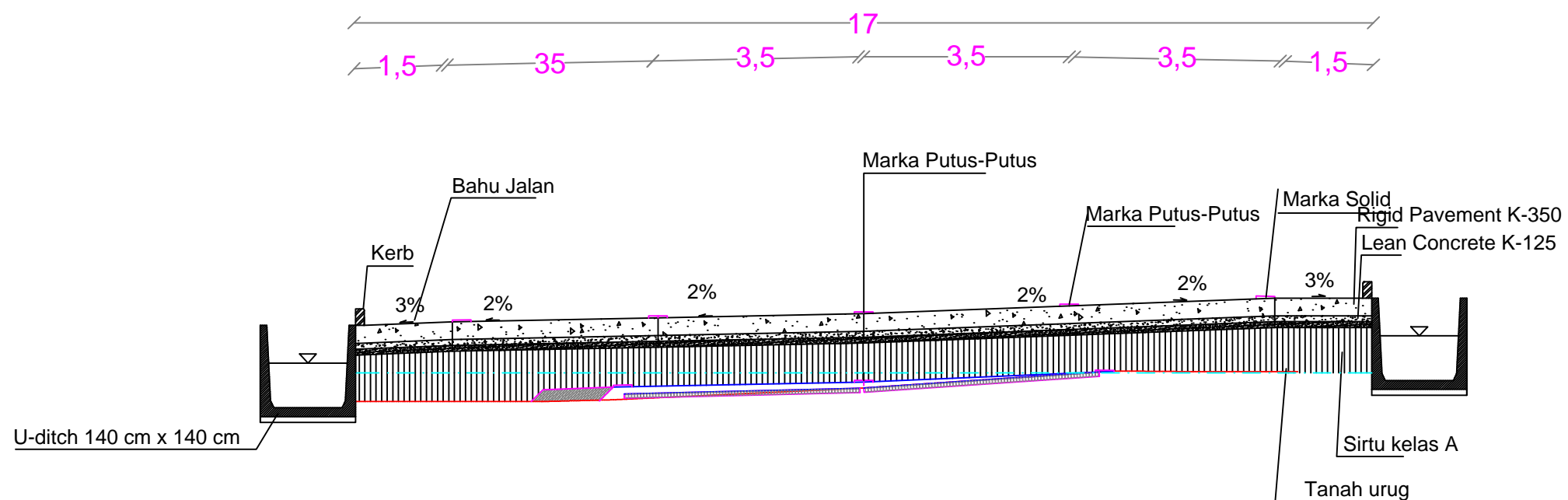
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

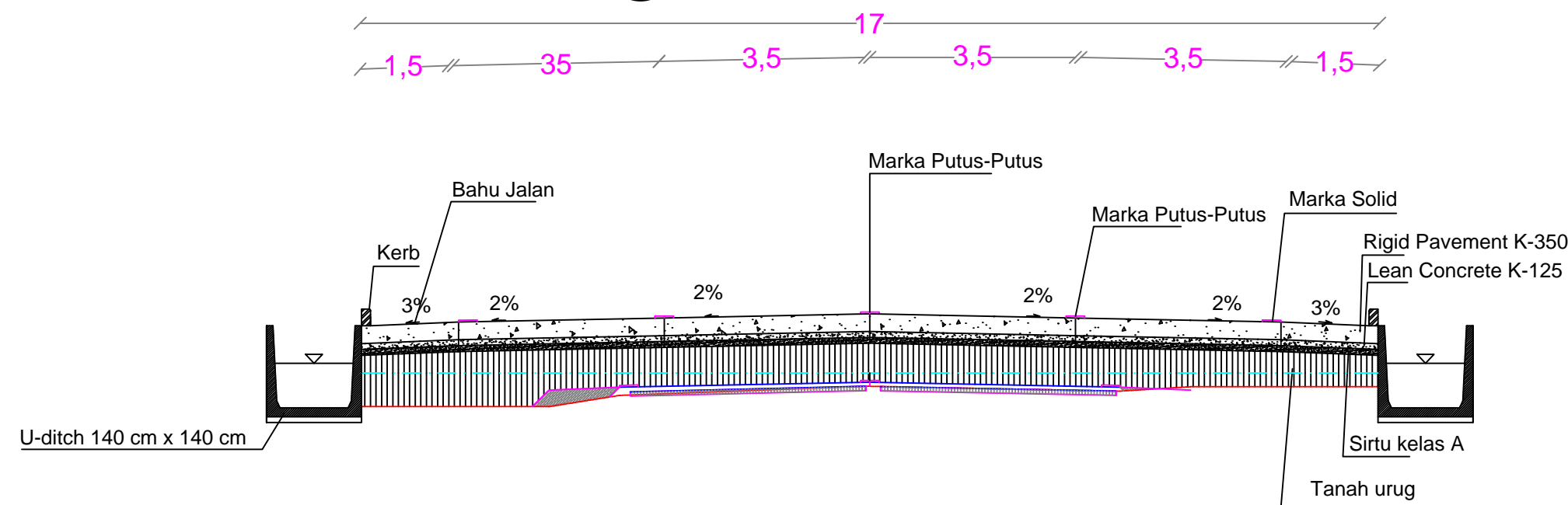
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

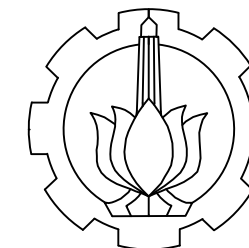
NO	JUMLAH
22	44



Potongan Melintang STA 5+450  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 5+500  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

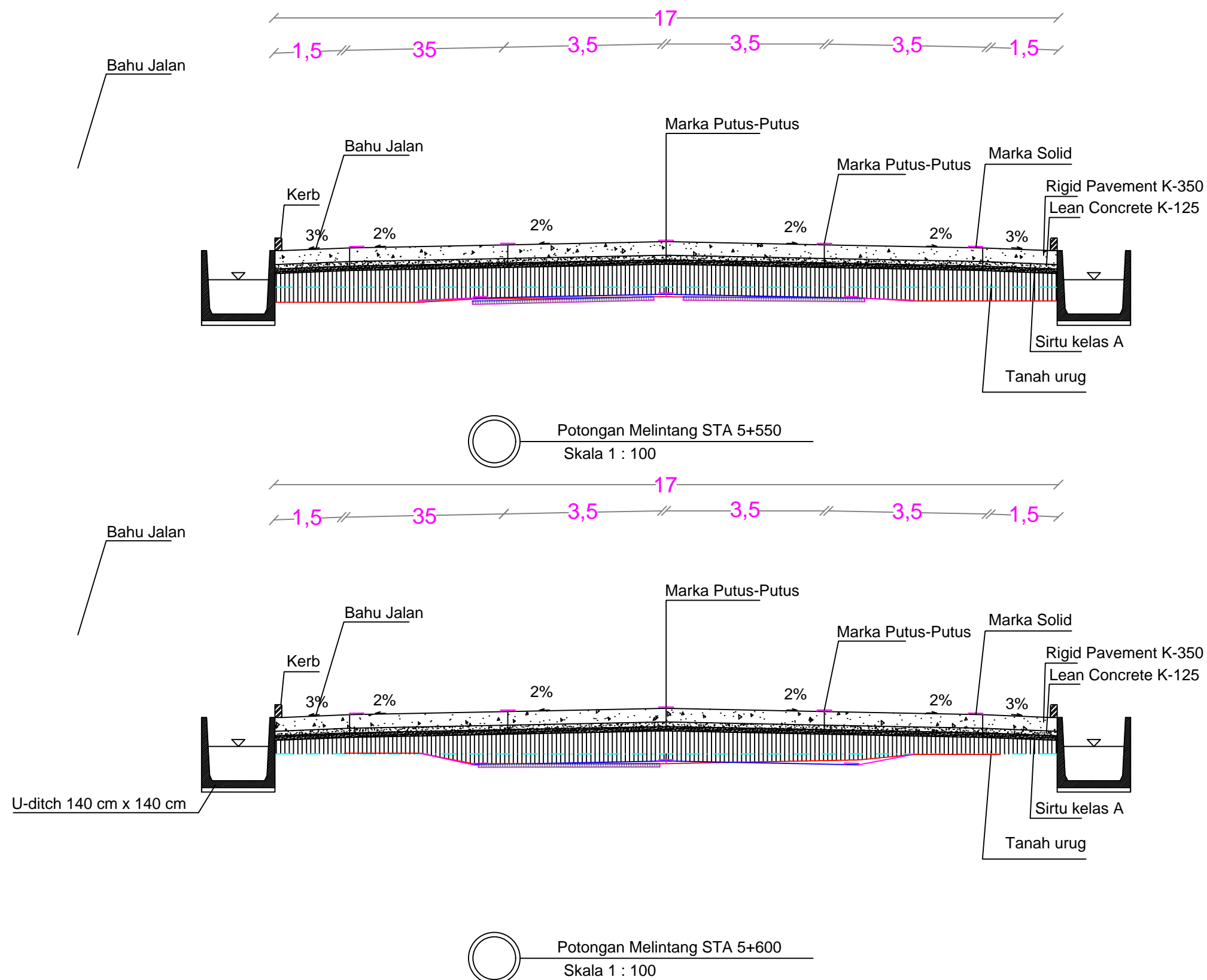
JUDUL GAMBAR

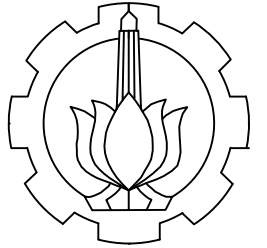
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
23	44





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

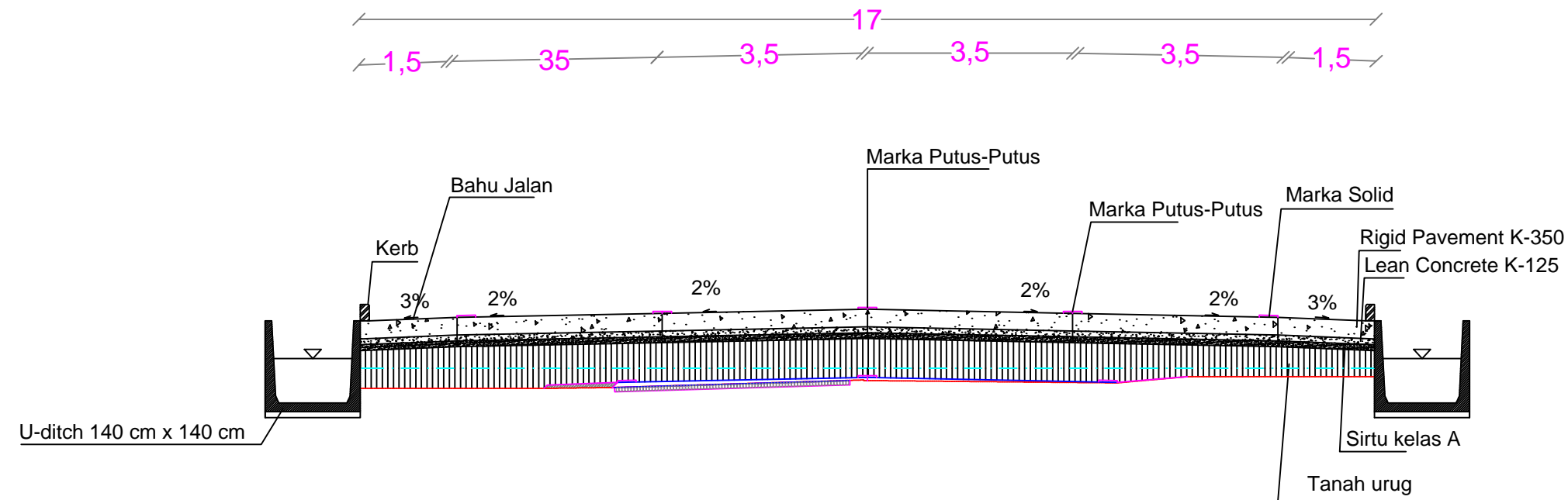
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

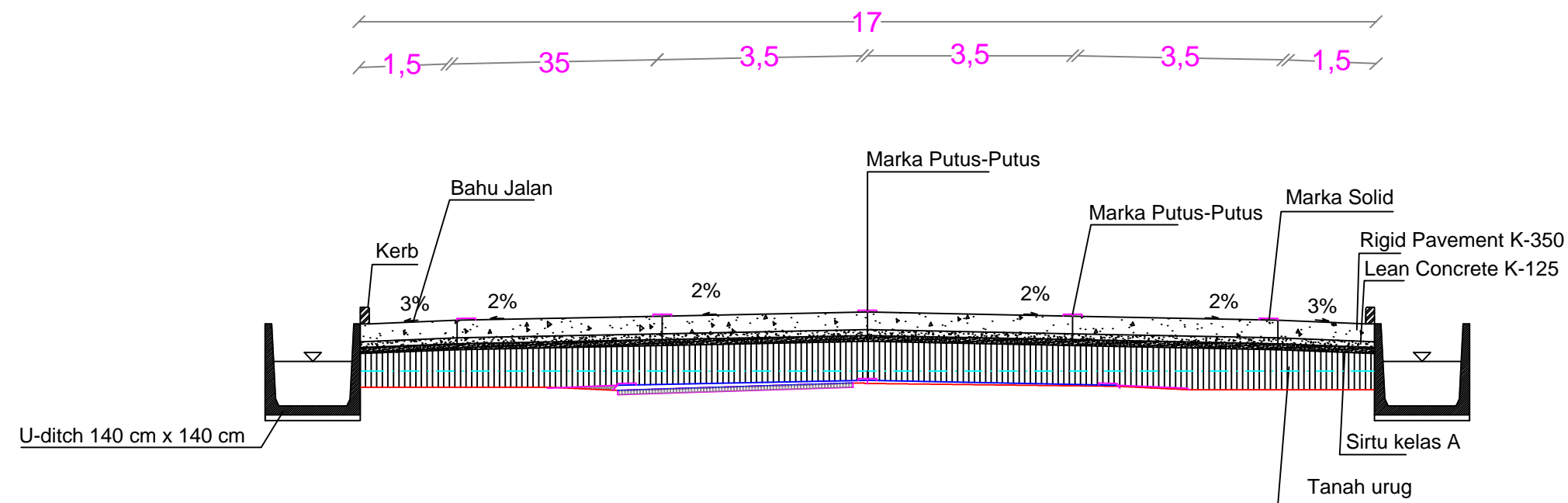
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

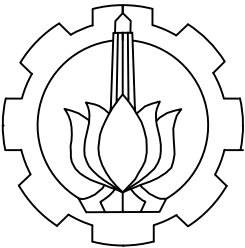
NO	JUMLAH
24	44



Potongan Melintang STA 5+650  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 5+700  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

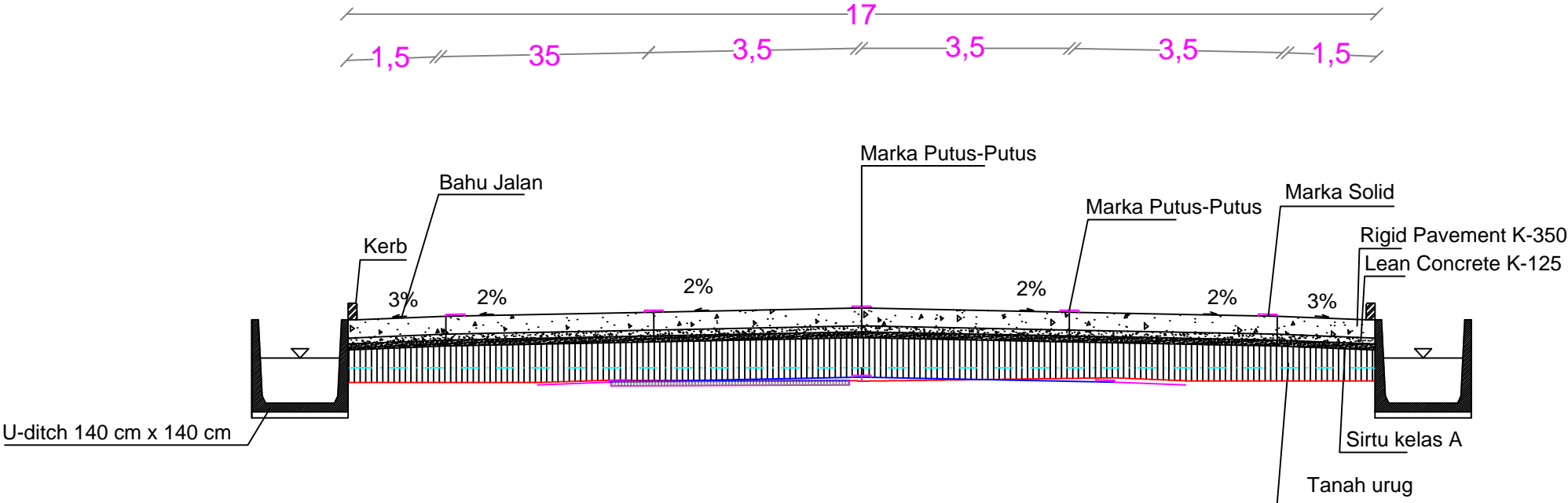
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

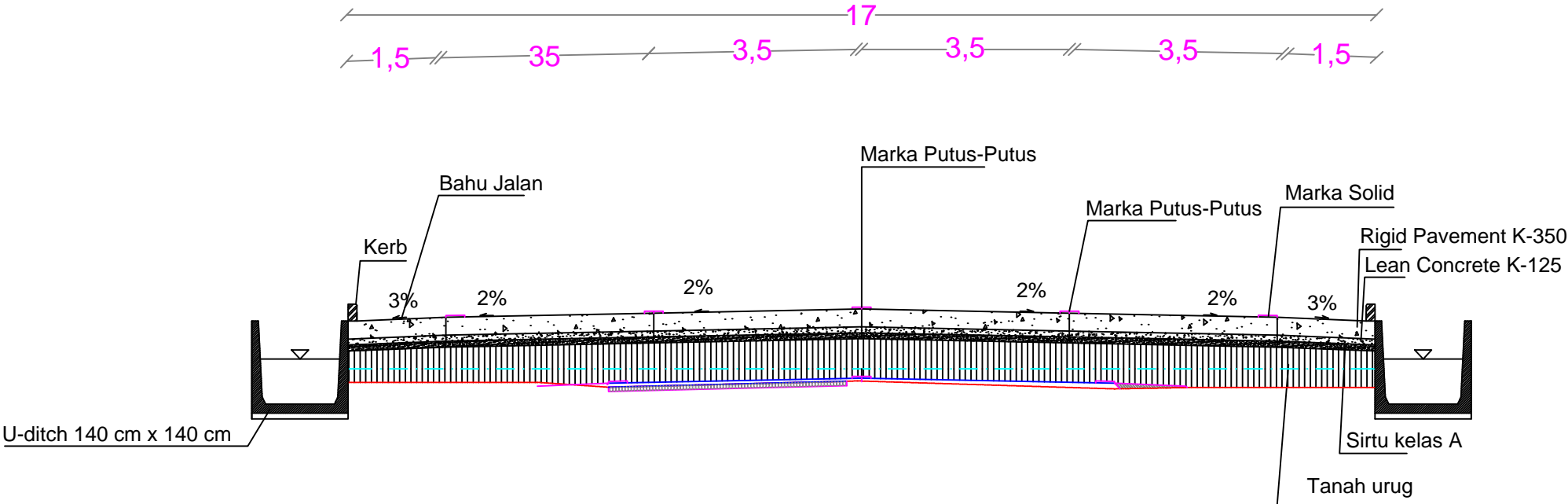
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

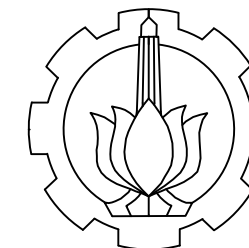
NO	JUMLAH
25	44



Potongan Melintang STA 5+750  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 5+800  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

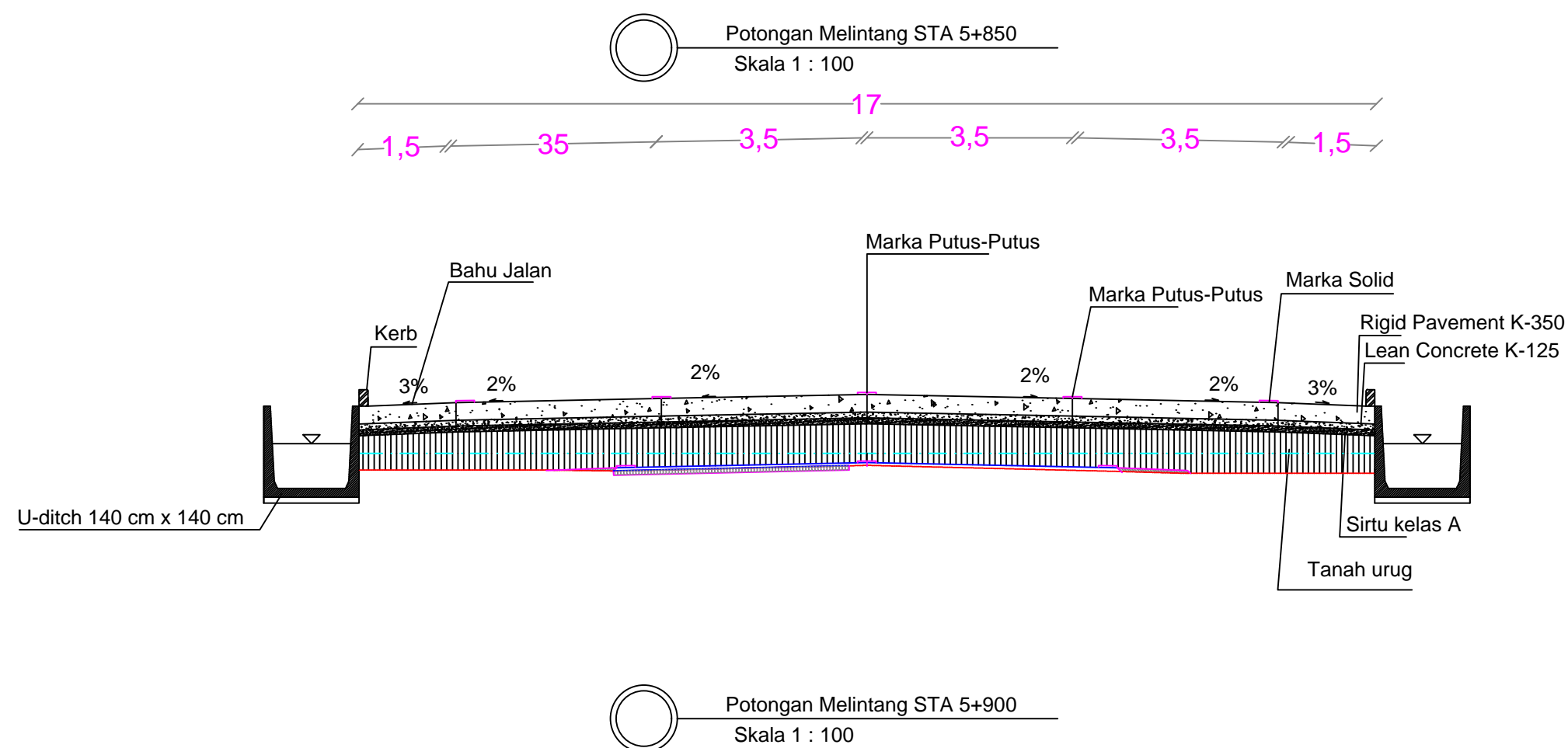
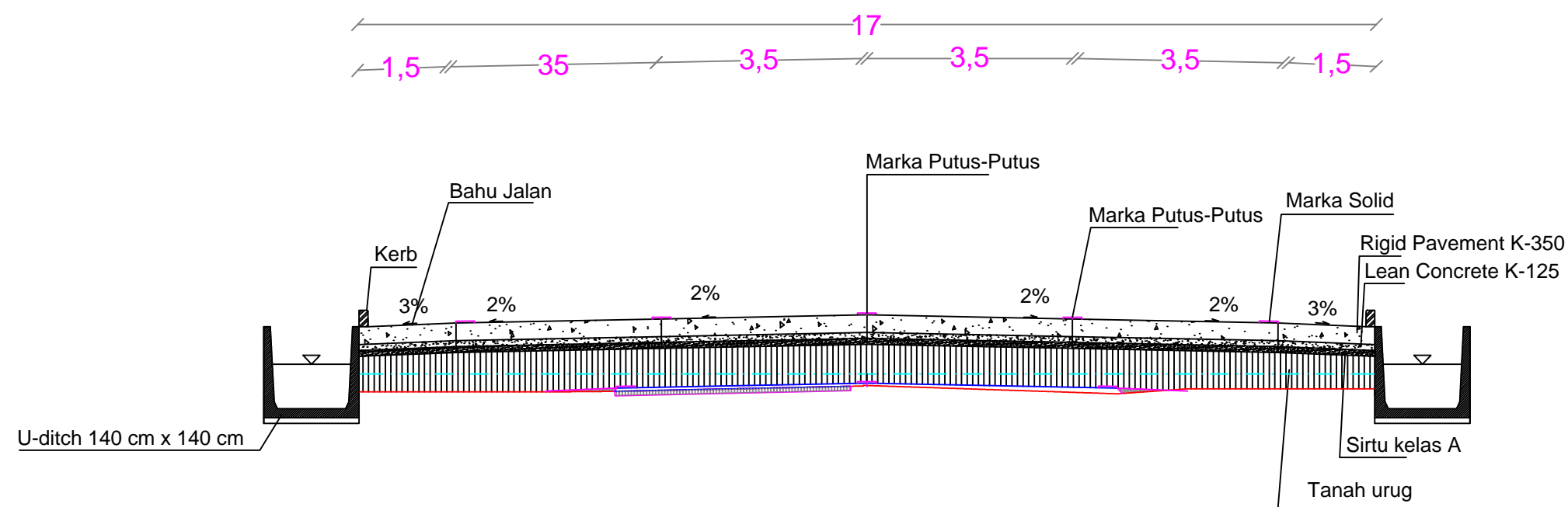
JUDUL GAMBAR

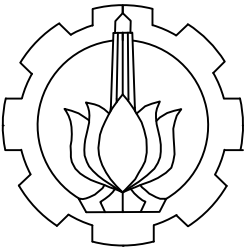
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
26	44





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

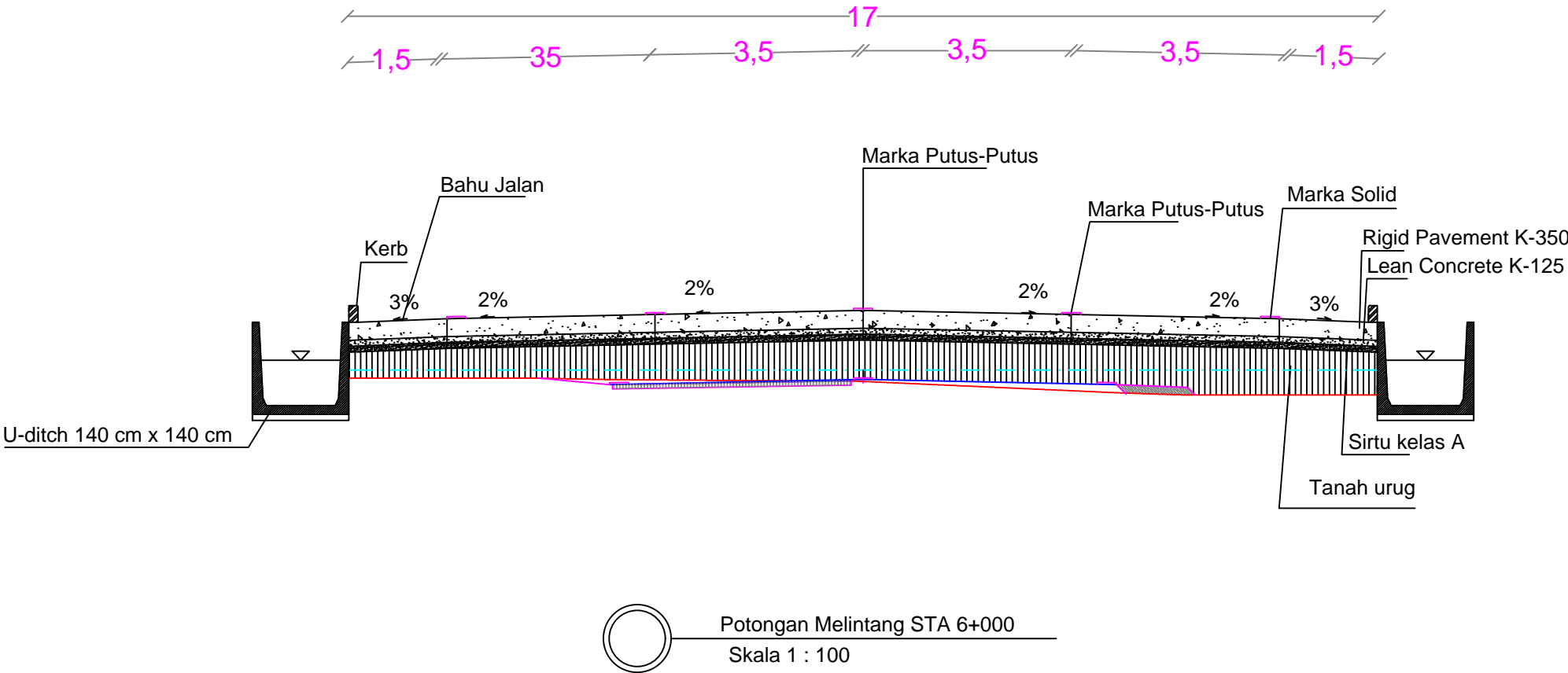
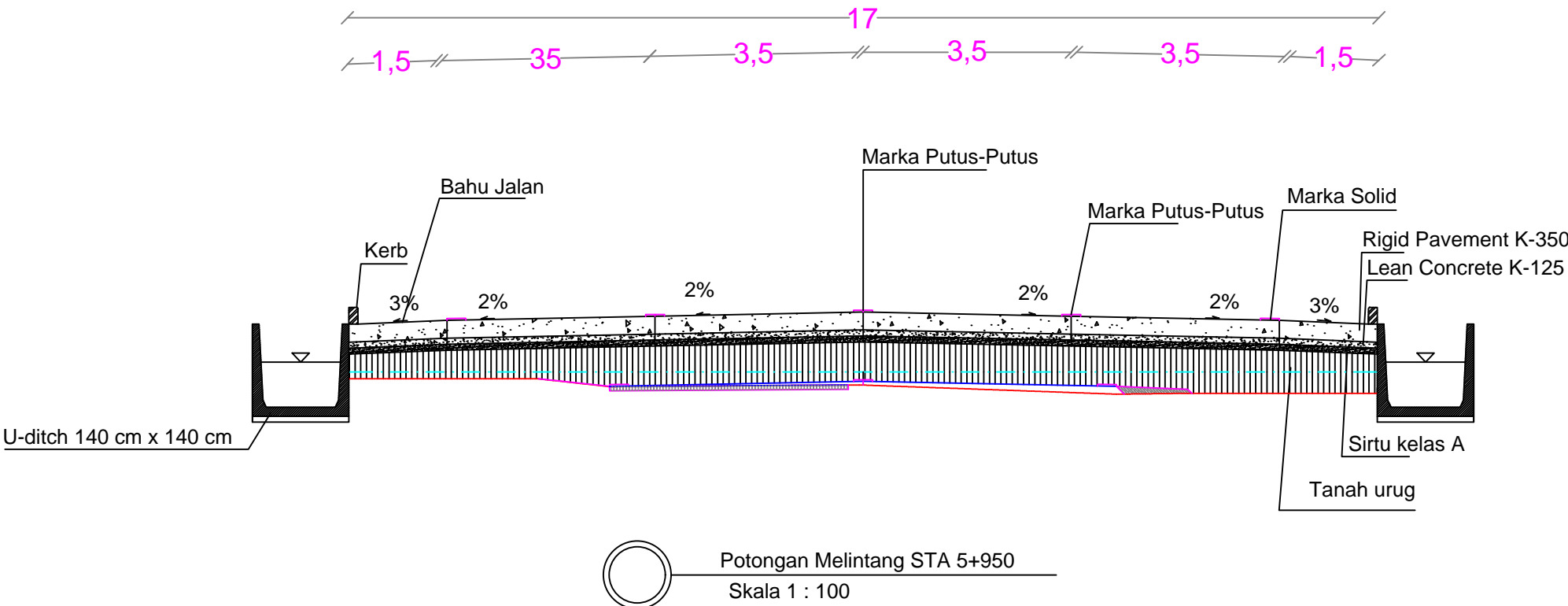
JUDUL GAMBAR

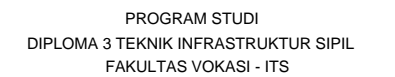
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

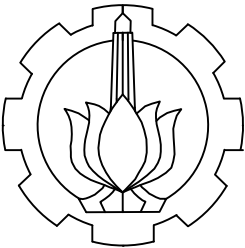
NO	JUMLAH
27	44





NO	JUMLAH
28	44





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

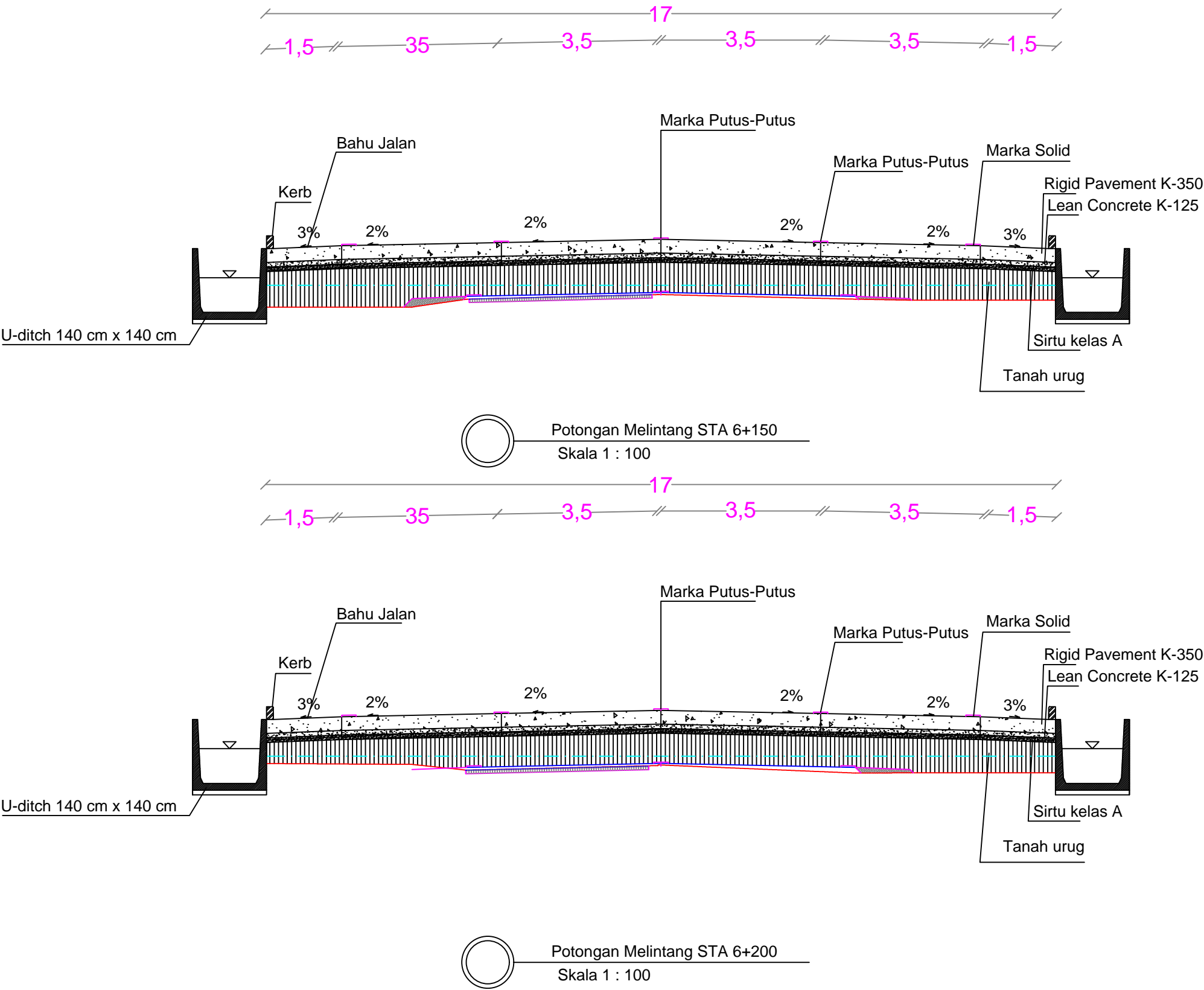
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

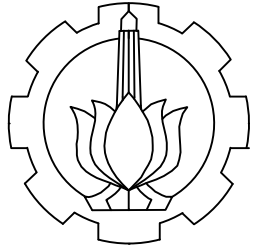
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
29	44







PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

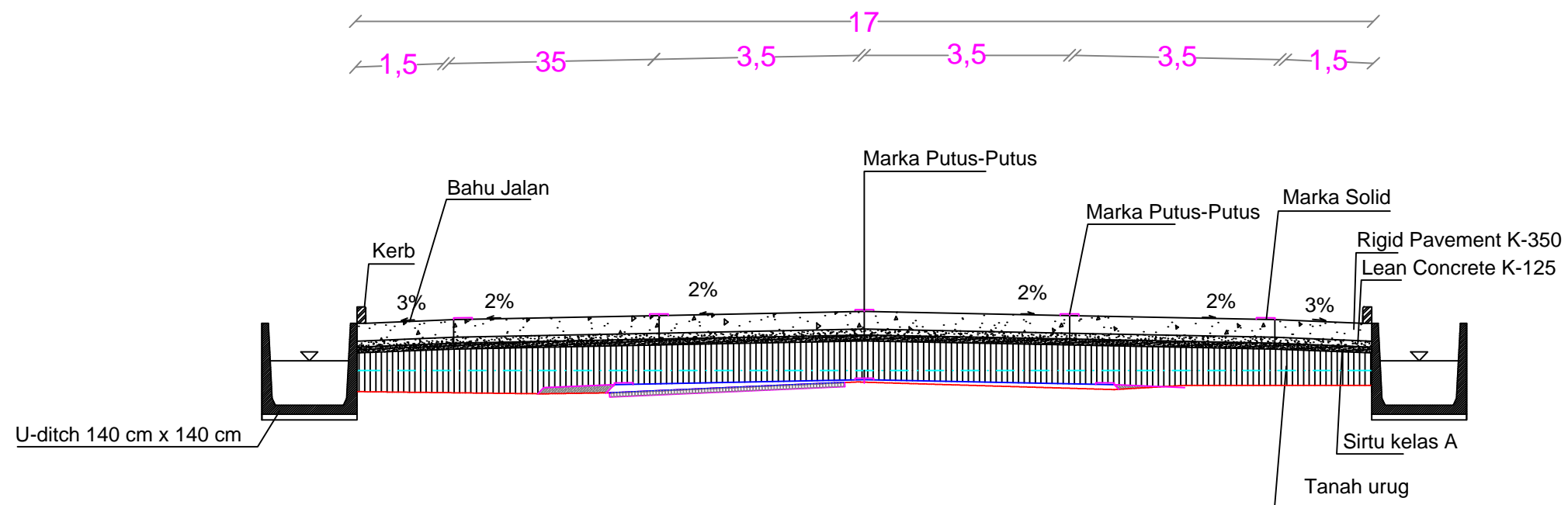
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

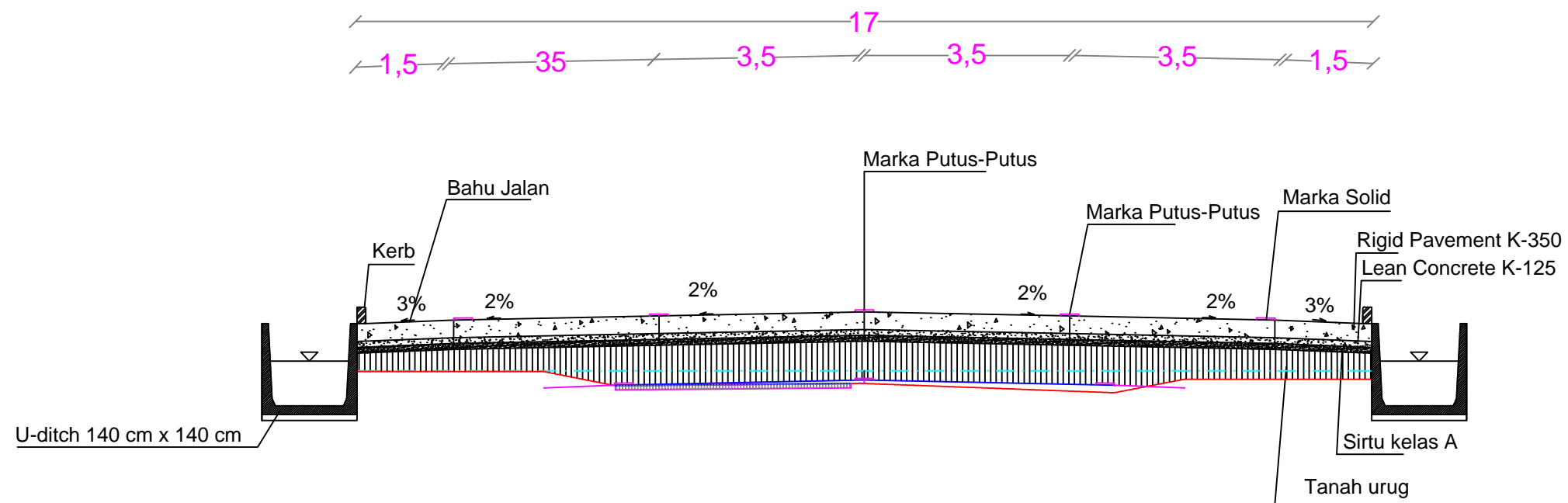
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

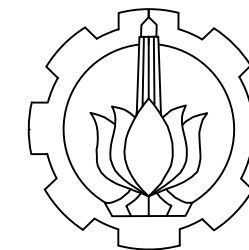
NO	JUMLAH
30	44



Potongan Melintang STA 6+250  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 6+300  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

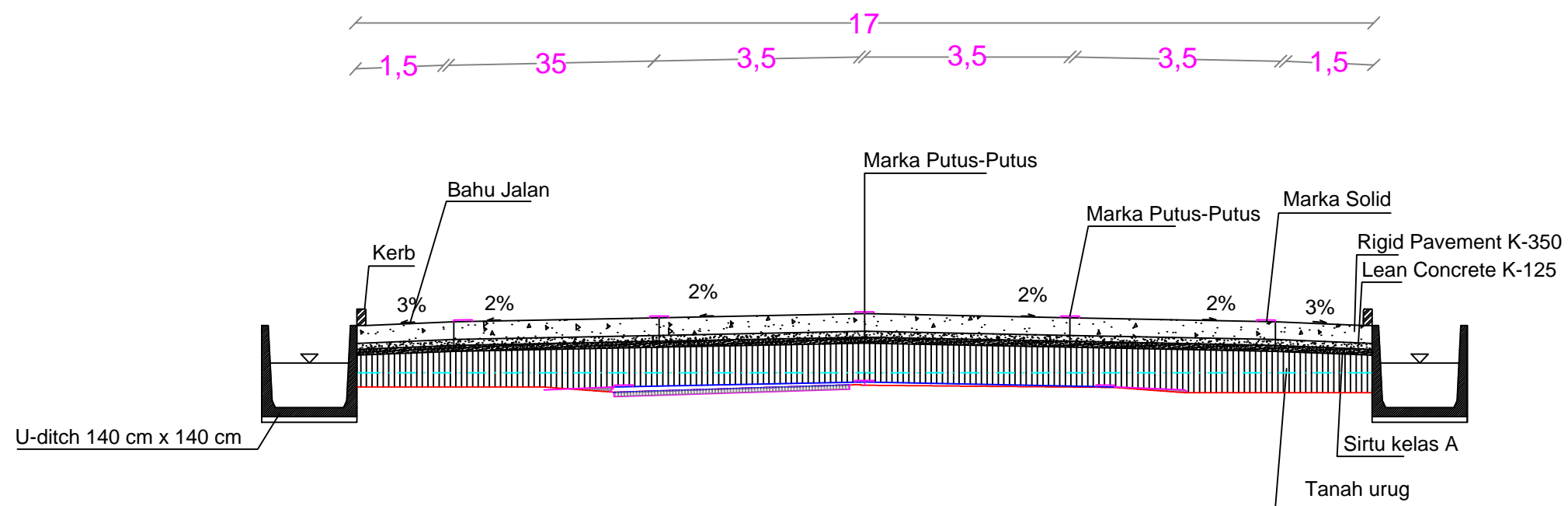
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

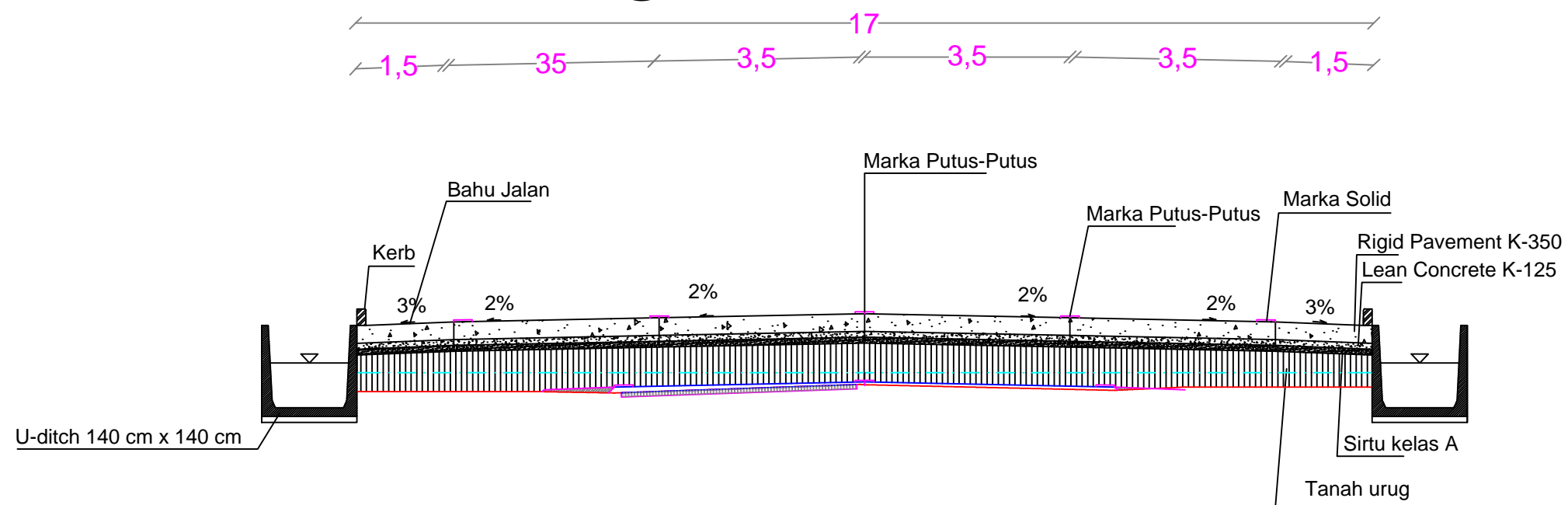
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

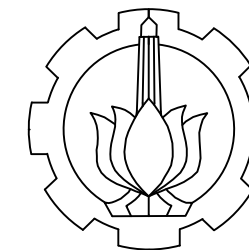
NO	JUMLAH
31	44



Potongan Melintang STA 6+350  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 6+400  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

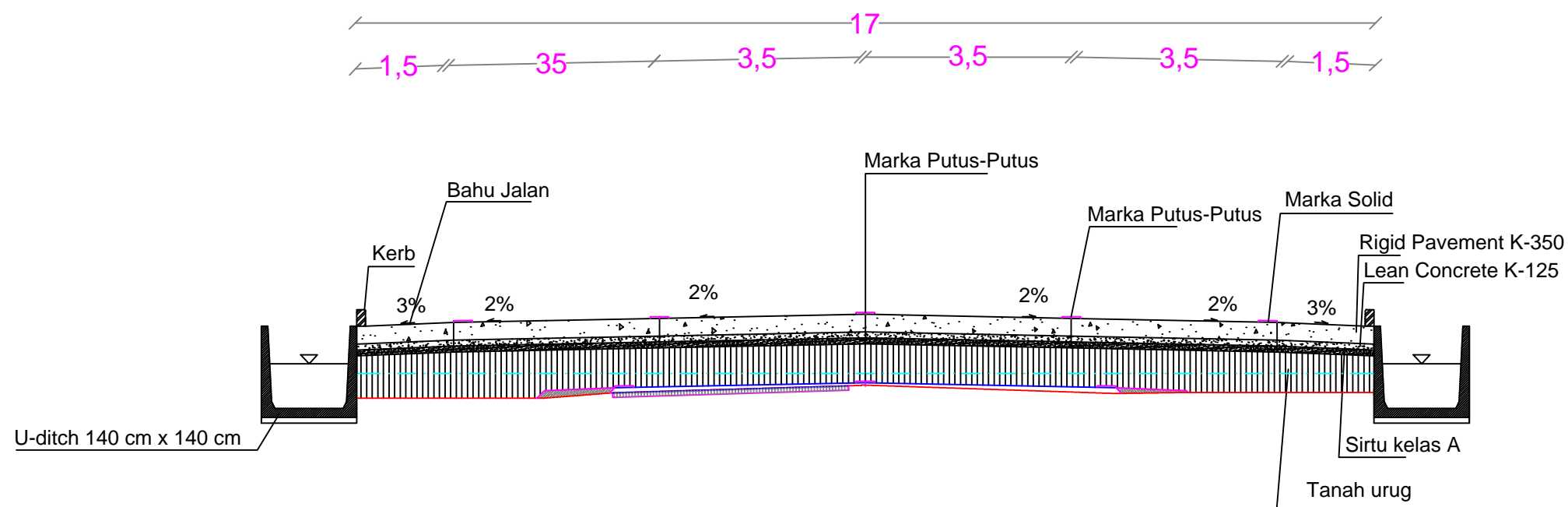
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

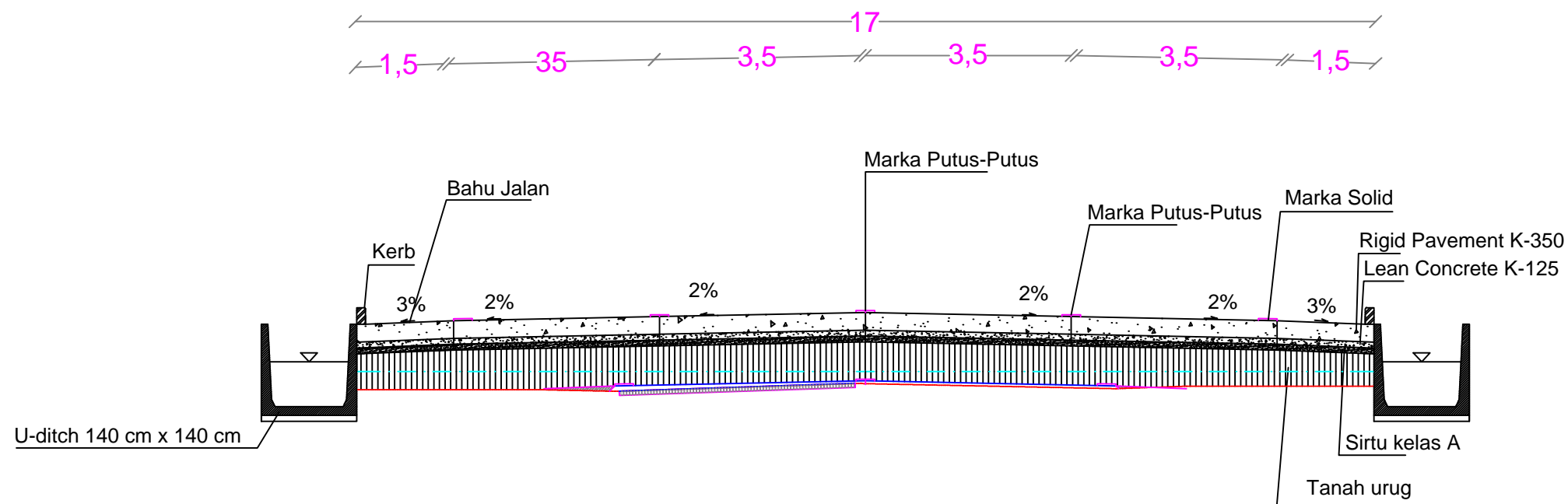
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

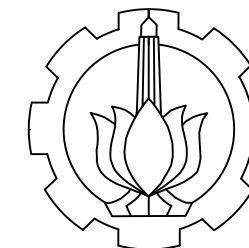
NO	JUMLAH
32	44



Potongan Melintang STA 6+450  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 6+500  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

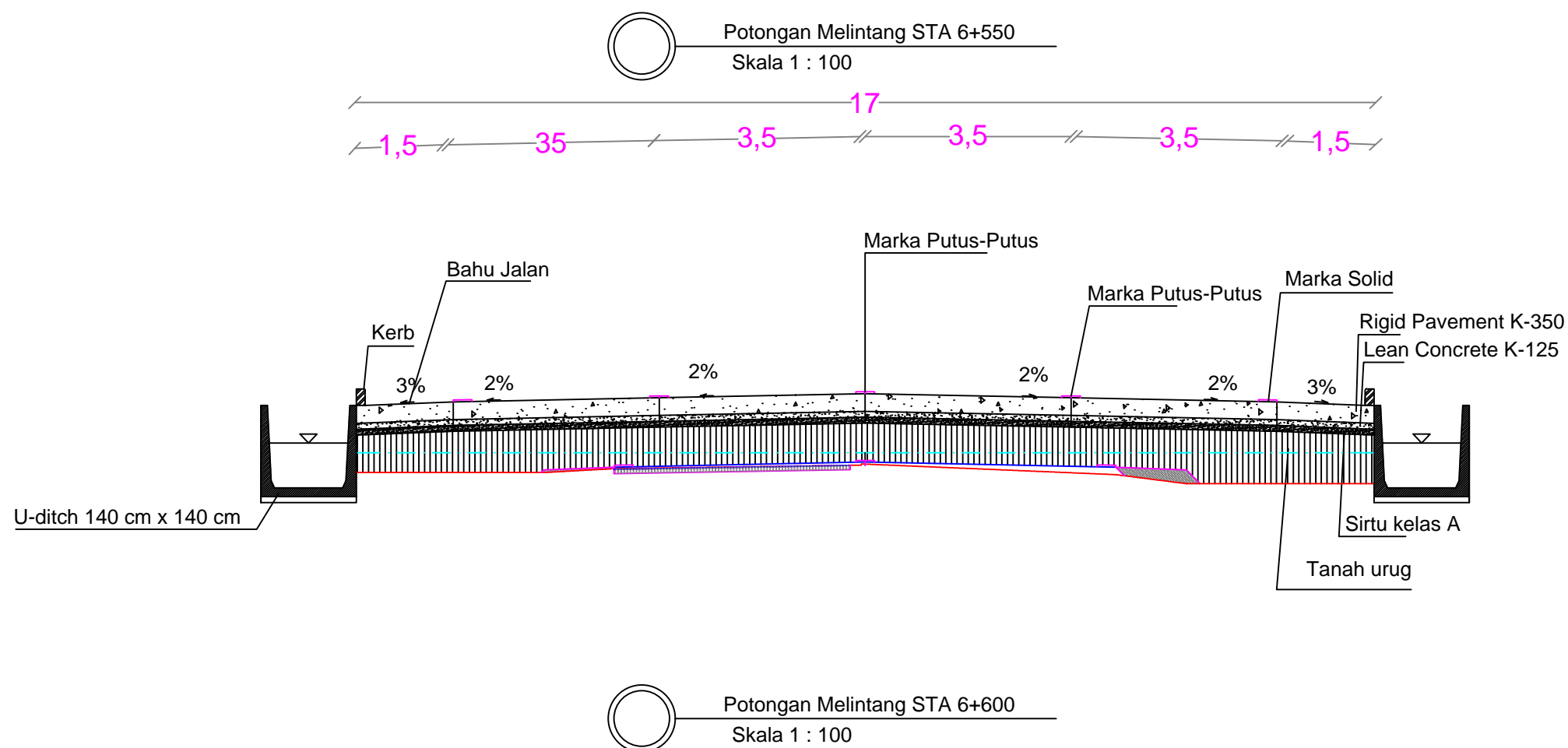
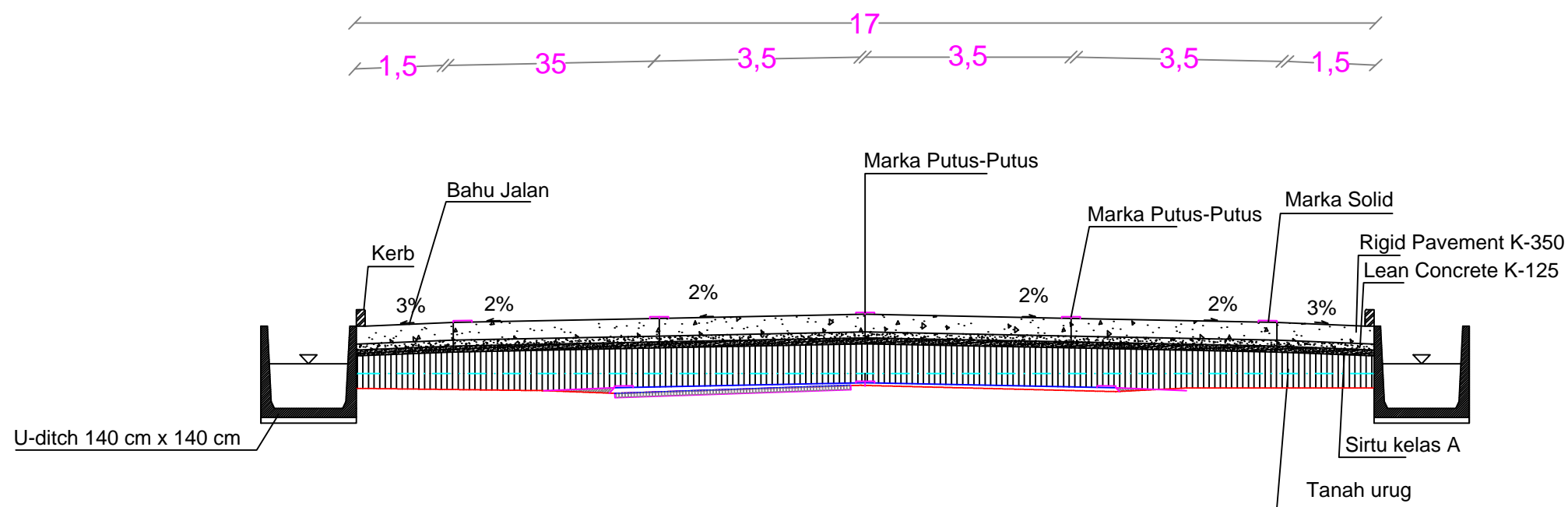
JUDUL GAMBAR

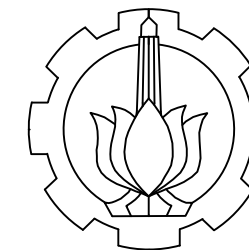
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
33	44





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

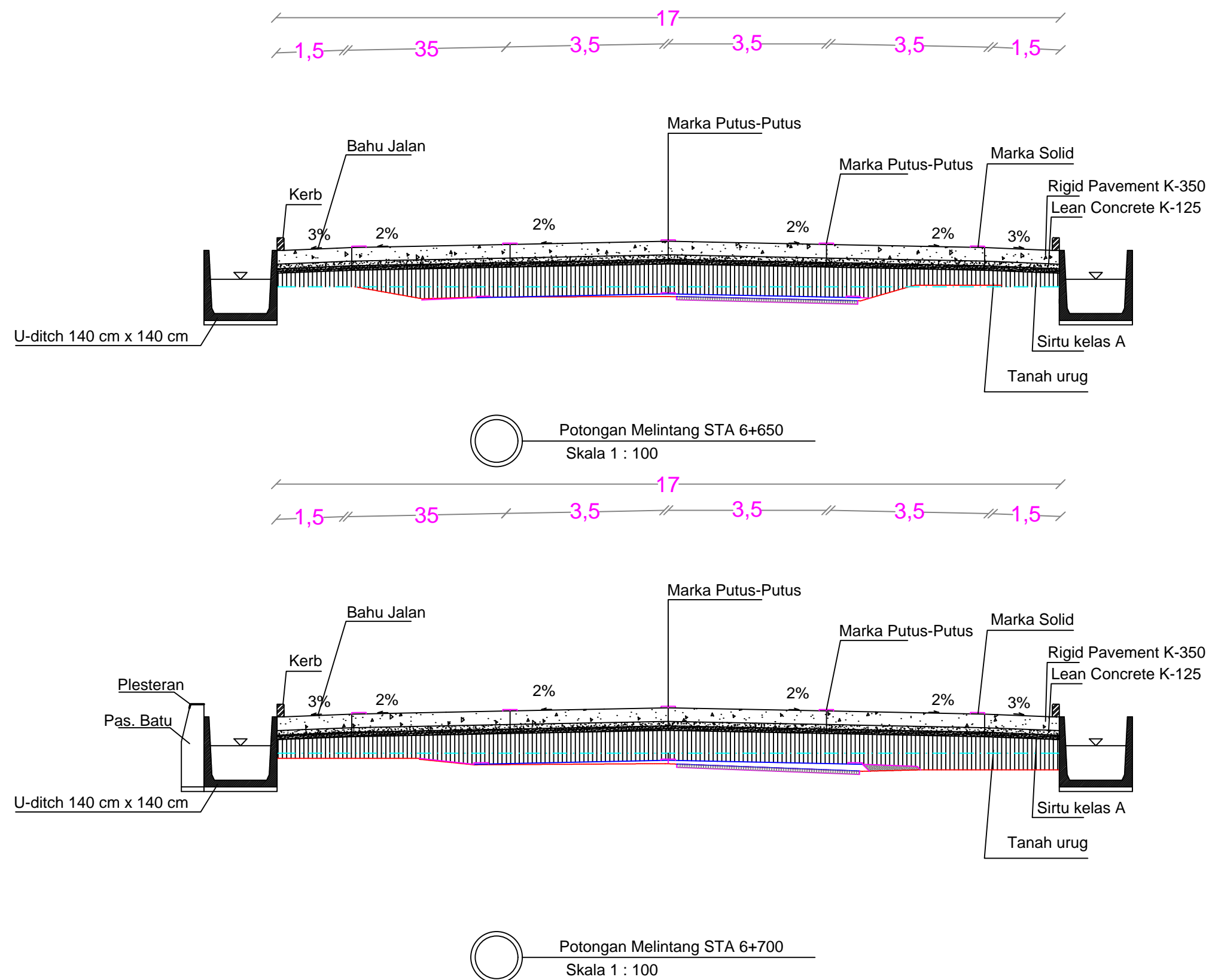
JUDUL GAMBAR

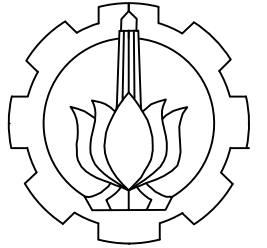
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
34	44





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

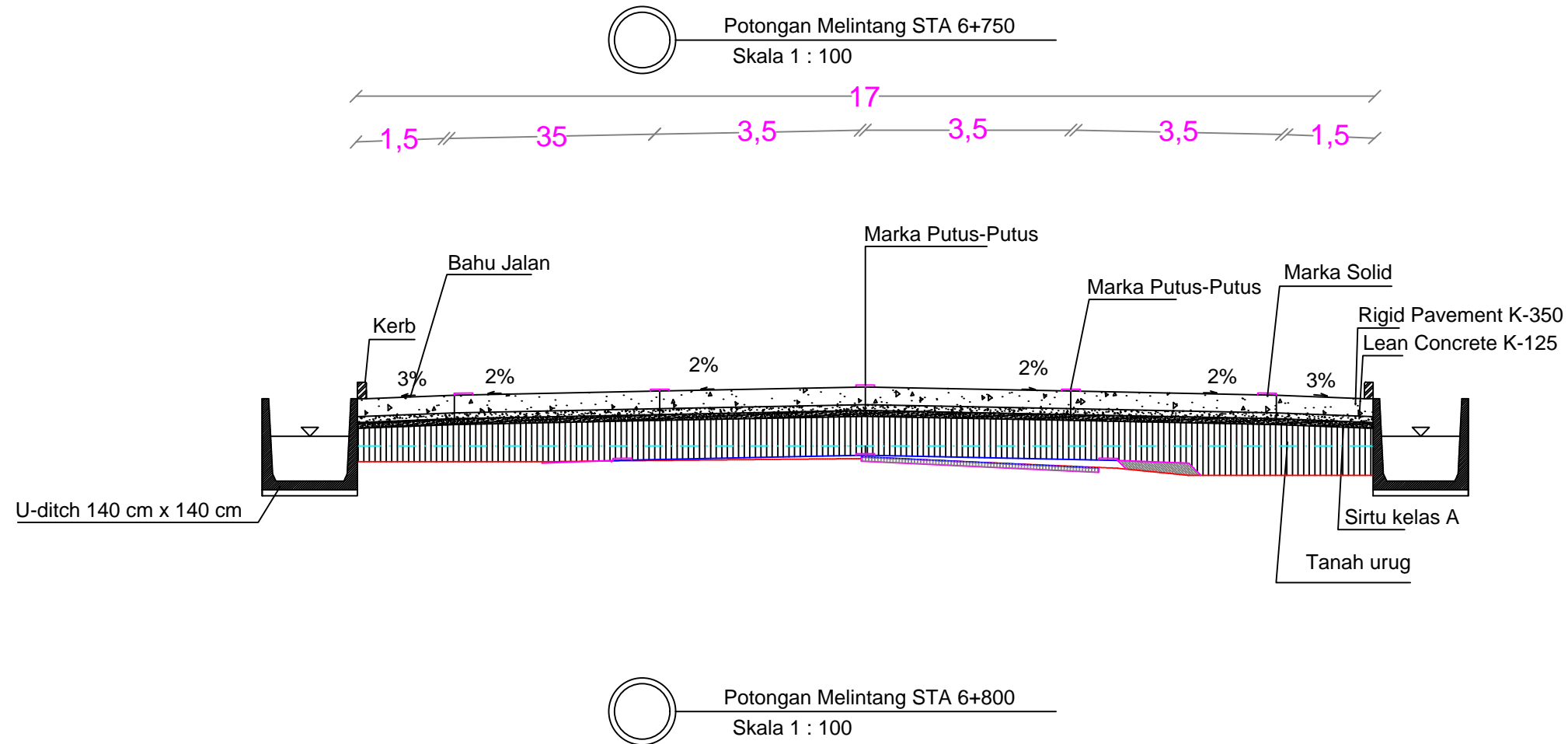
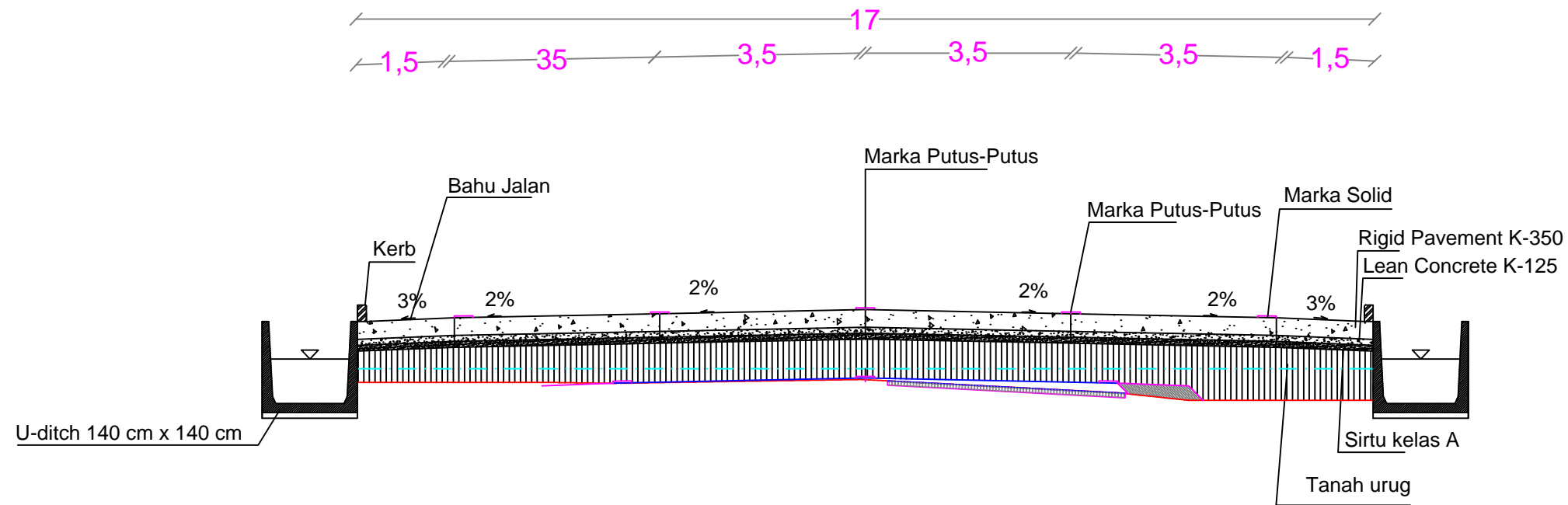
JUDUL GAMBAR

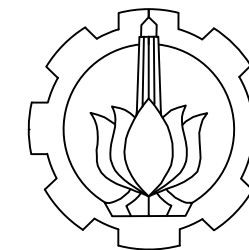
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
35	44





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

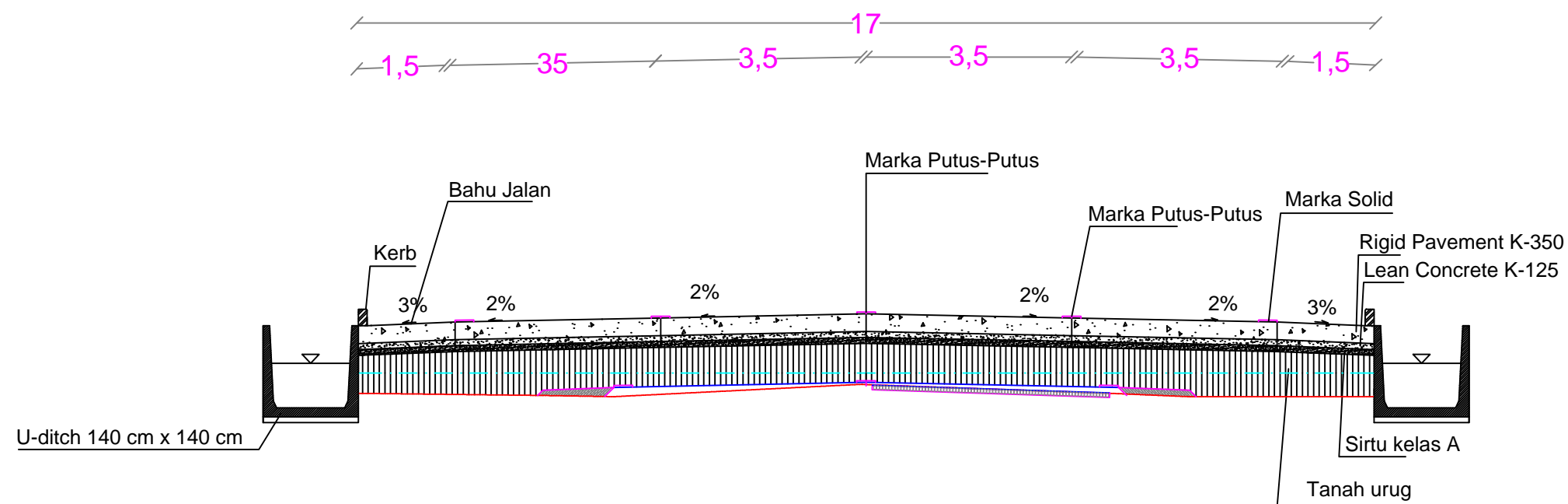
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

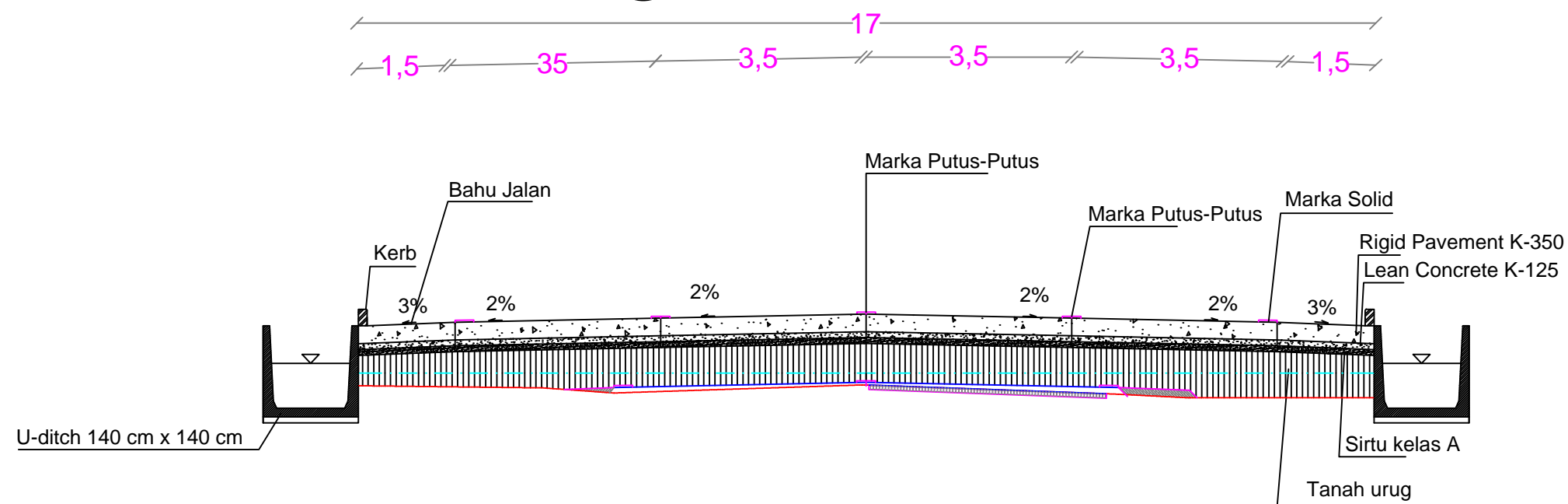
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
36	44

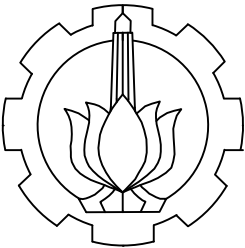


Potongan Melintang STA 6+850  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 6+900  
Skala 1 : 100





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

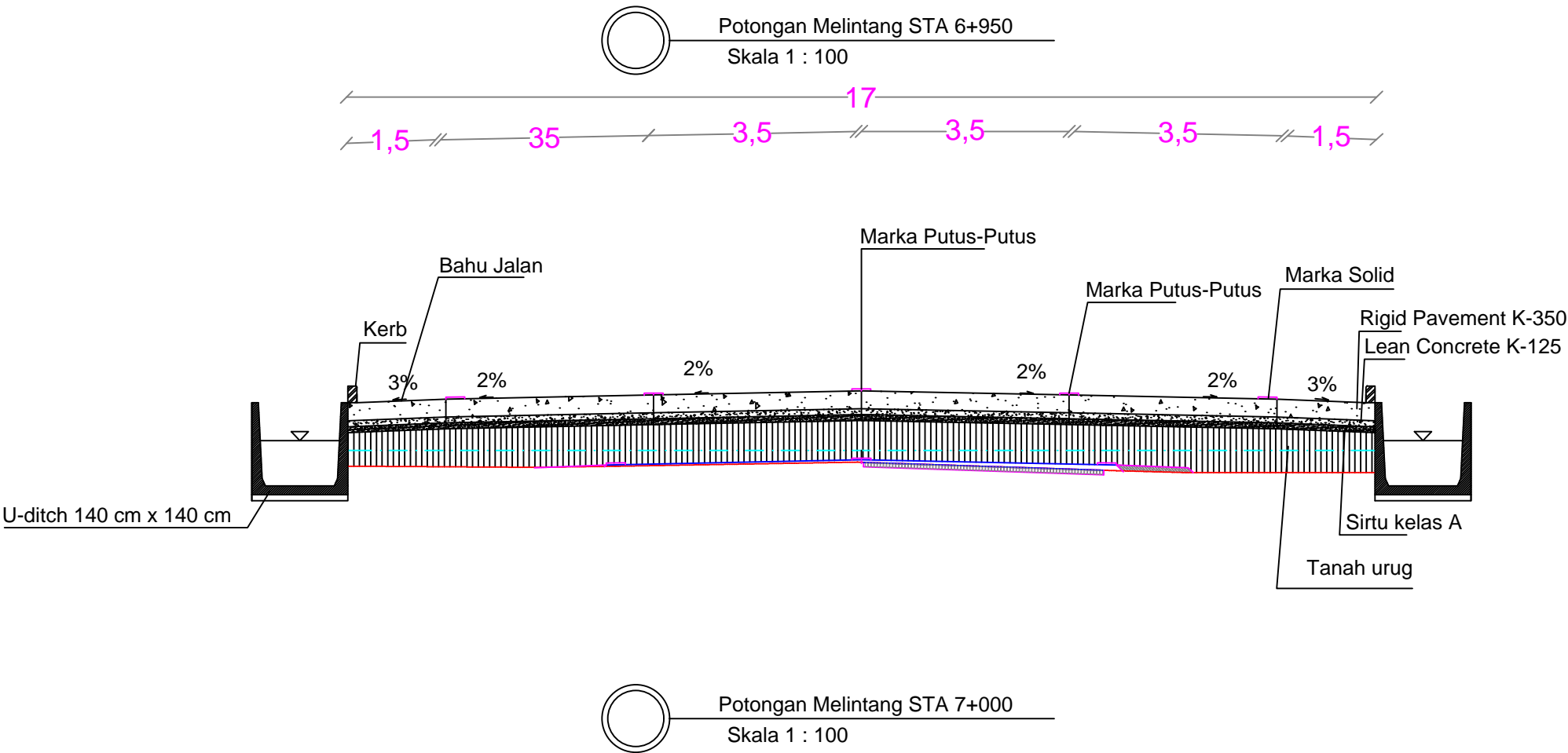
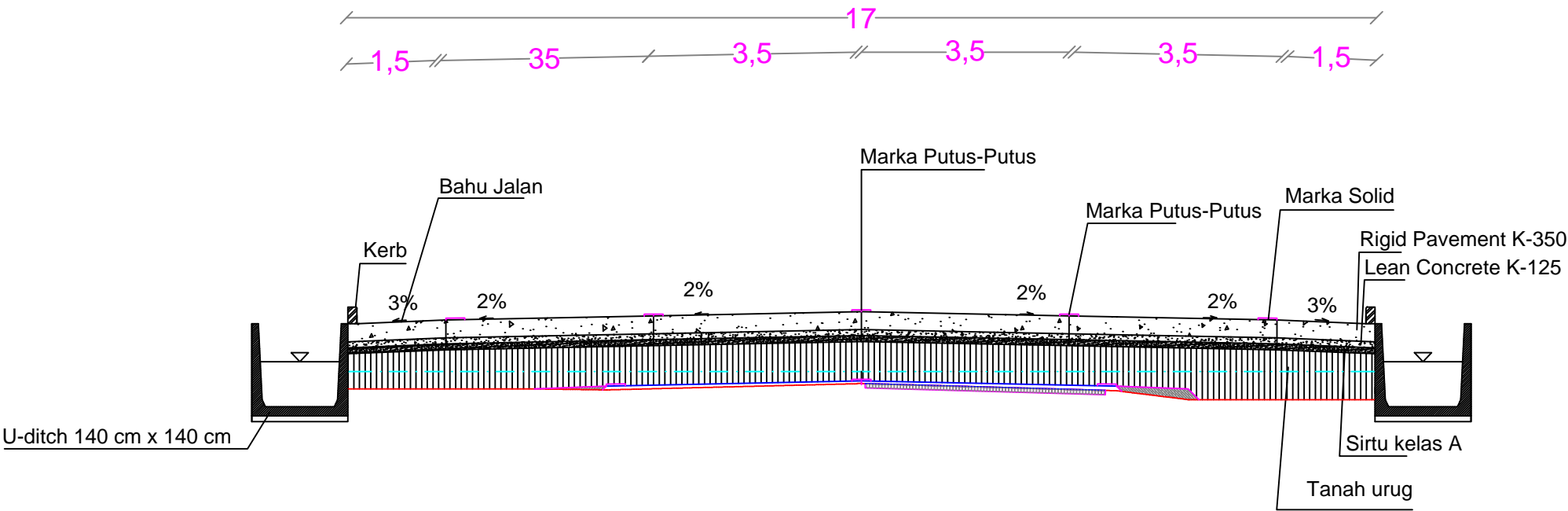
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

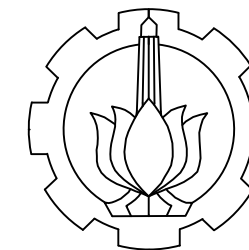
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
37	44







PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

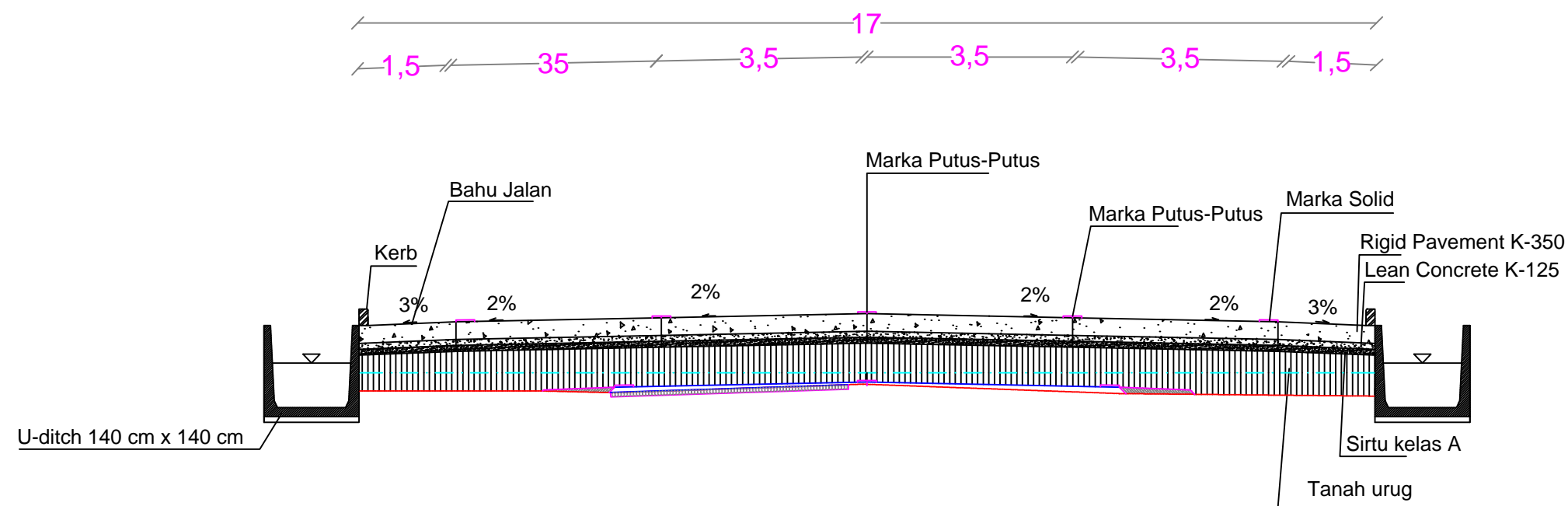
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

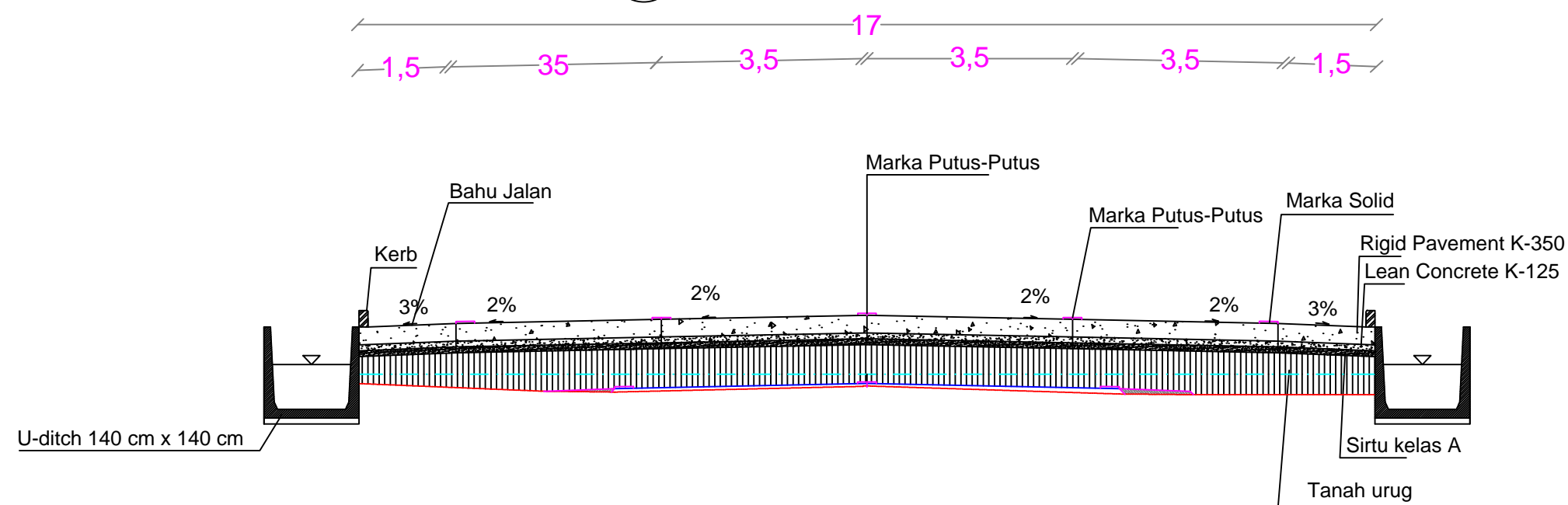
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

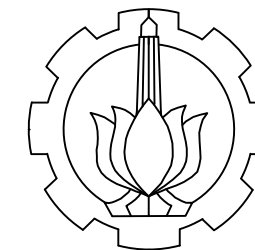
NO	JUMLAH
38	44



Potongan Melintang STA 7+050  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 7+100  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

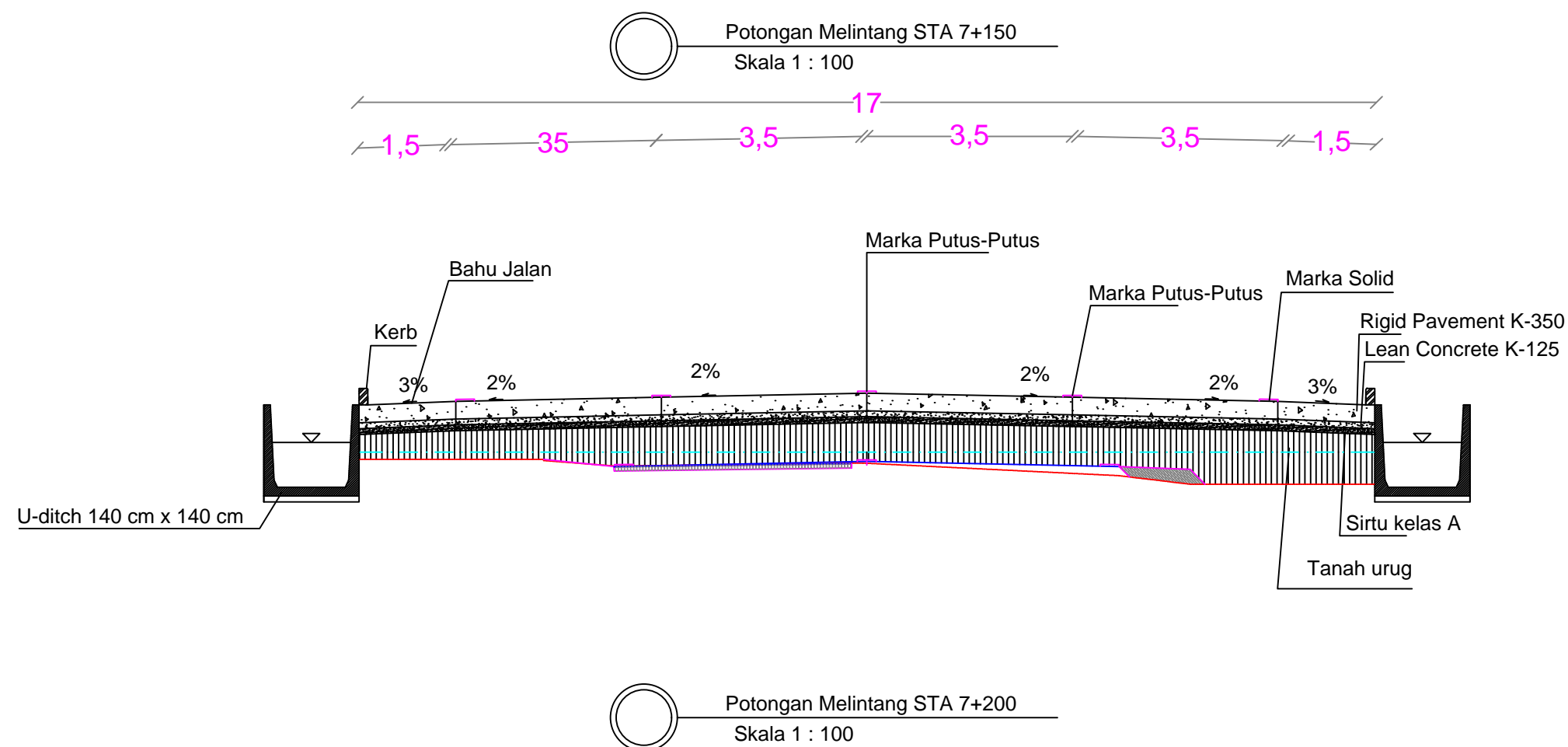
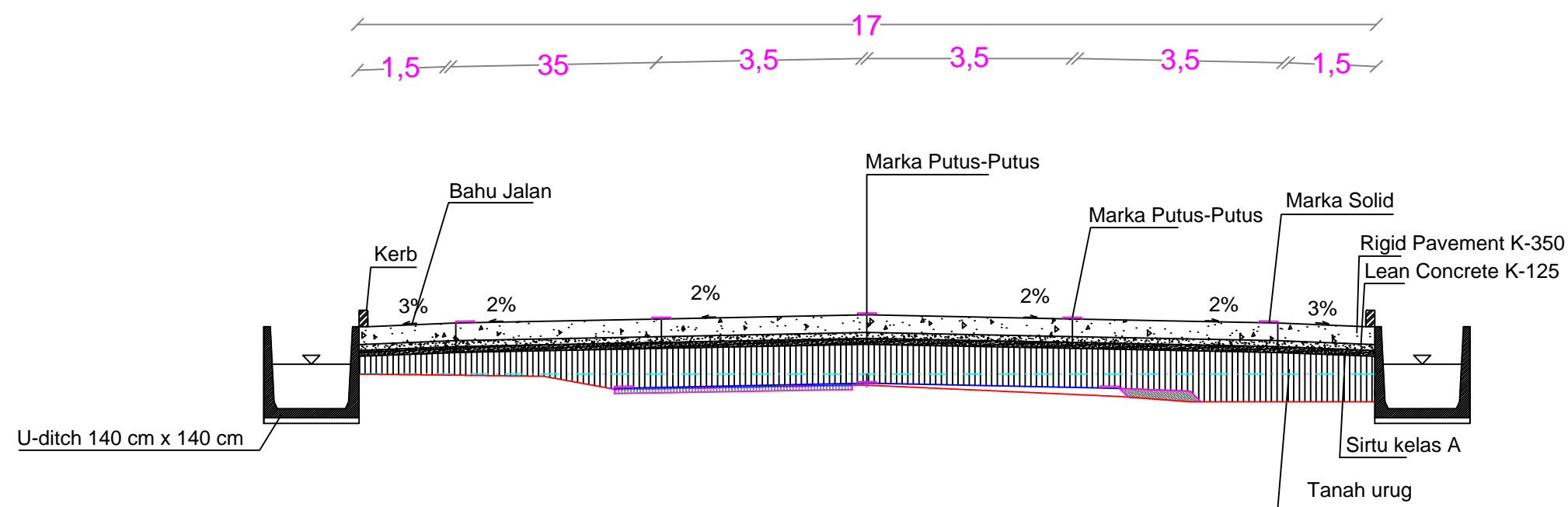
Potongan Melintang

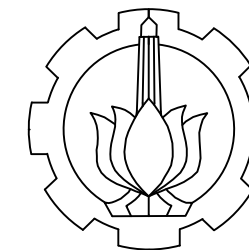
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002

DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
39	44





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

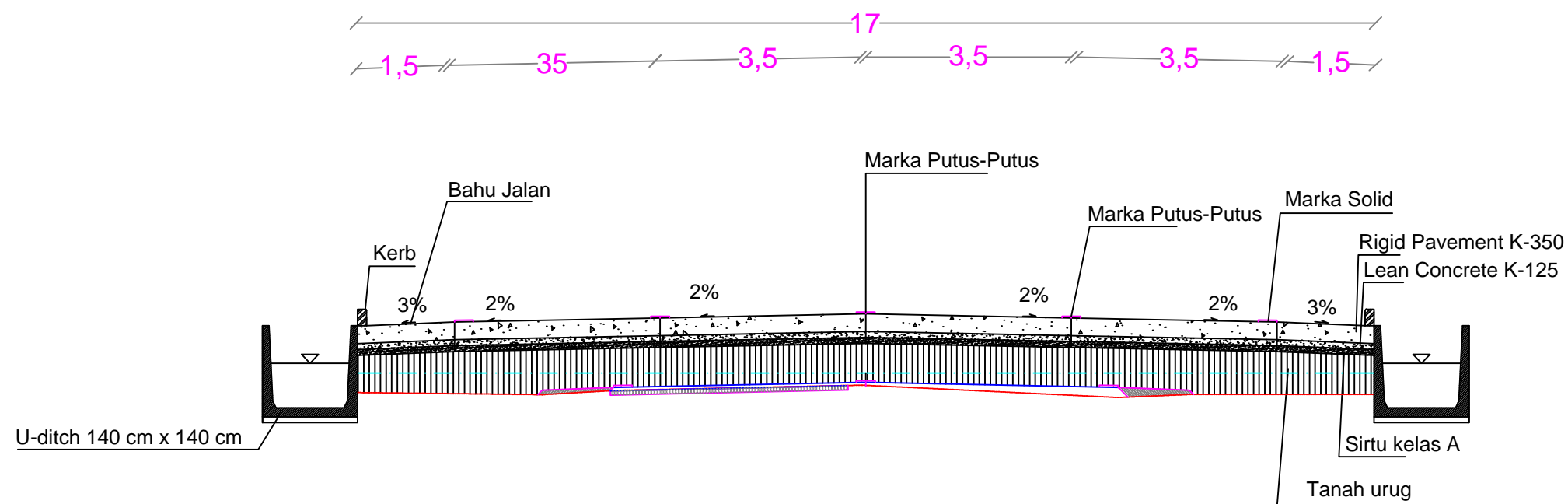
JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

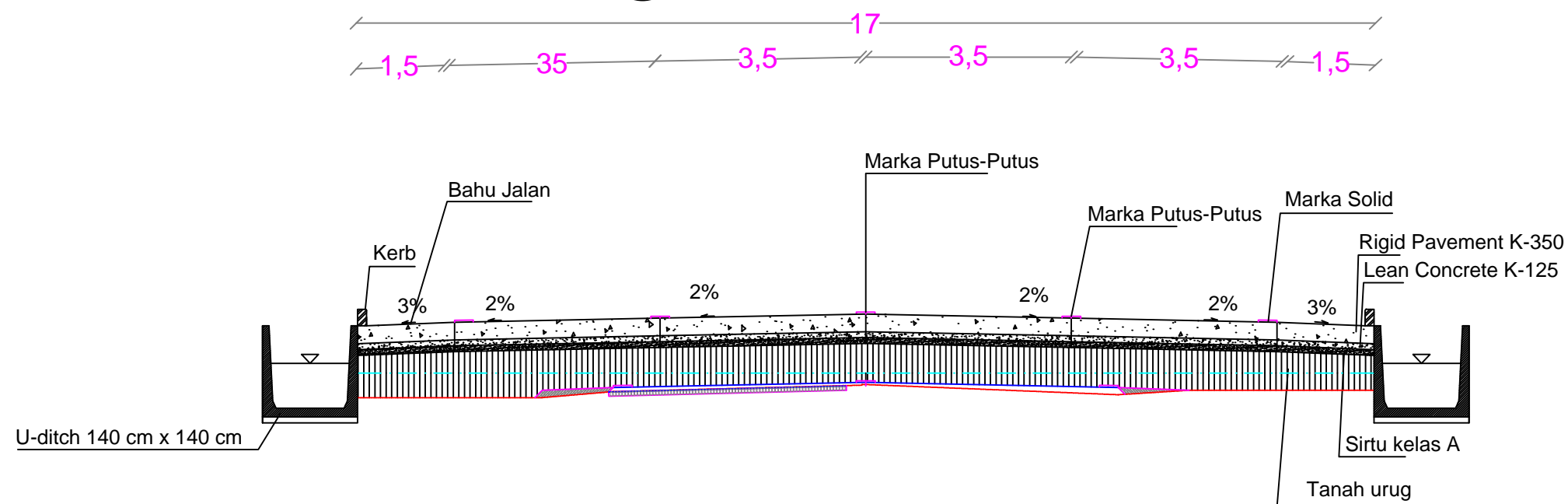
NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

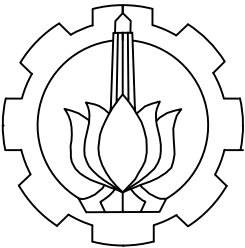
NO	JUMLAH
40	44



Potongan Melintang STA 7+250  
Skala 1 : 100



Potongan Melintang STA 7+300  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

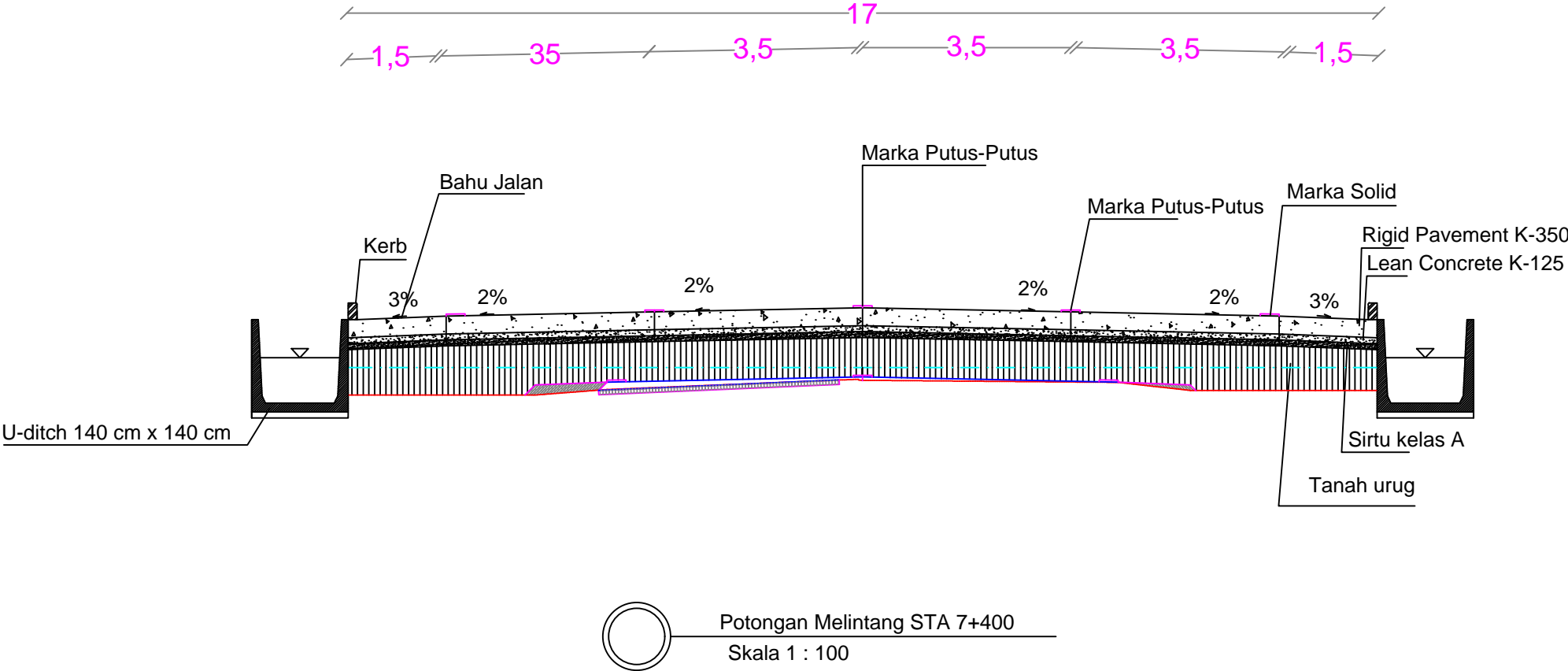
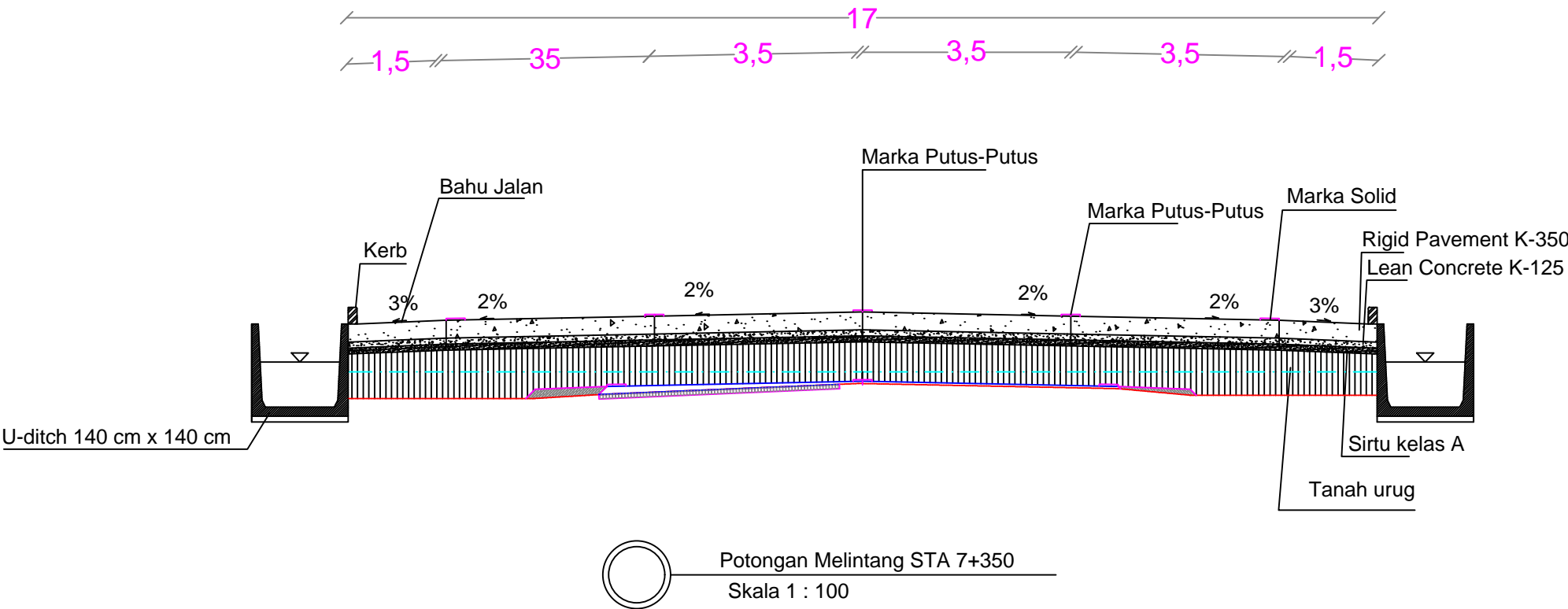
JUDUL GAMBAR

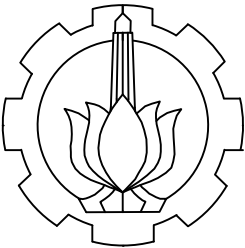
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
41	44





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

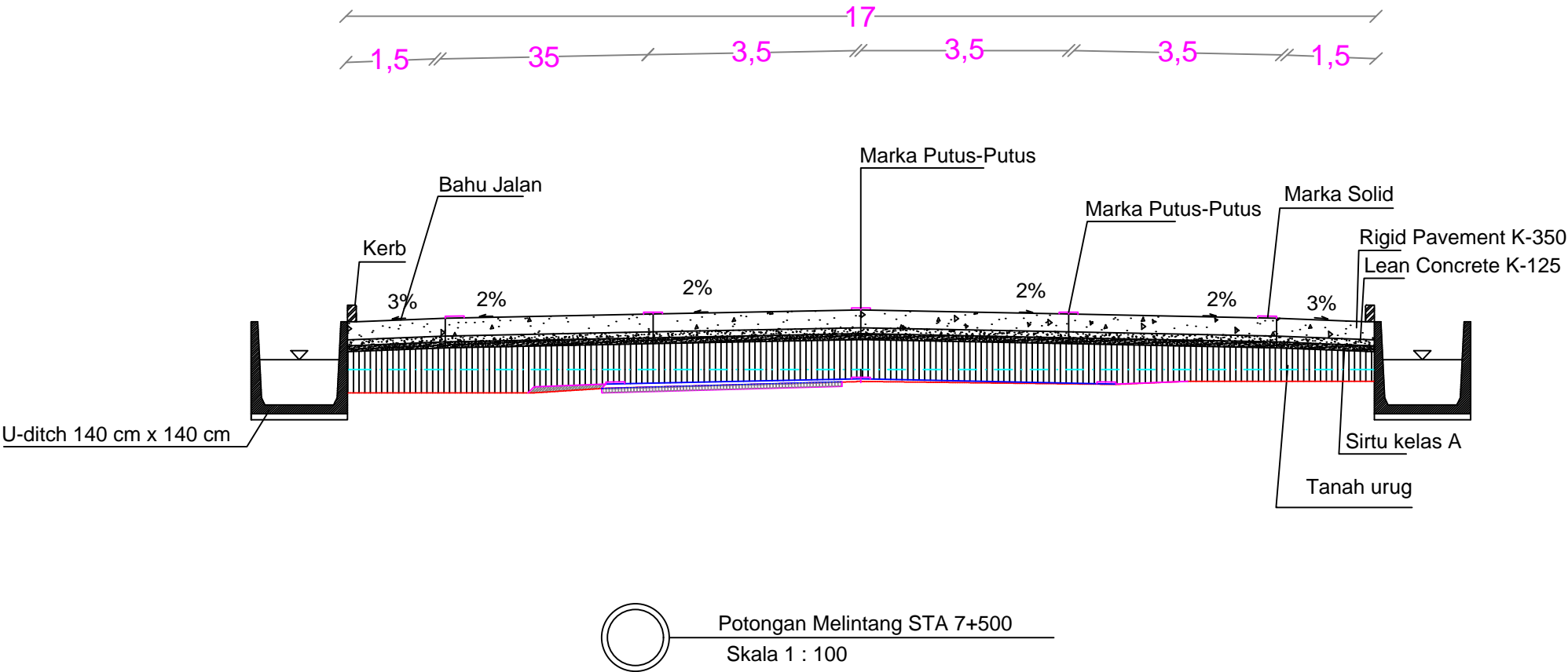
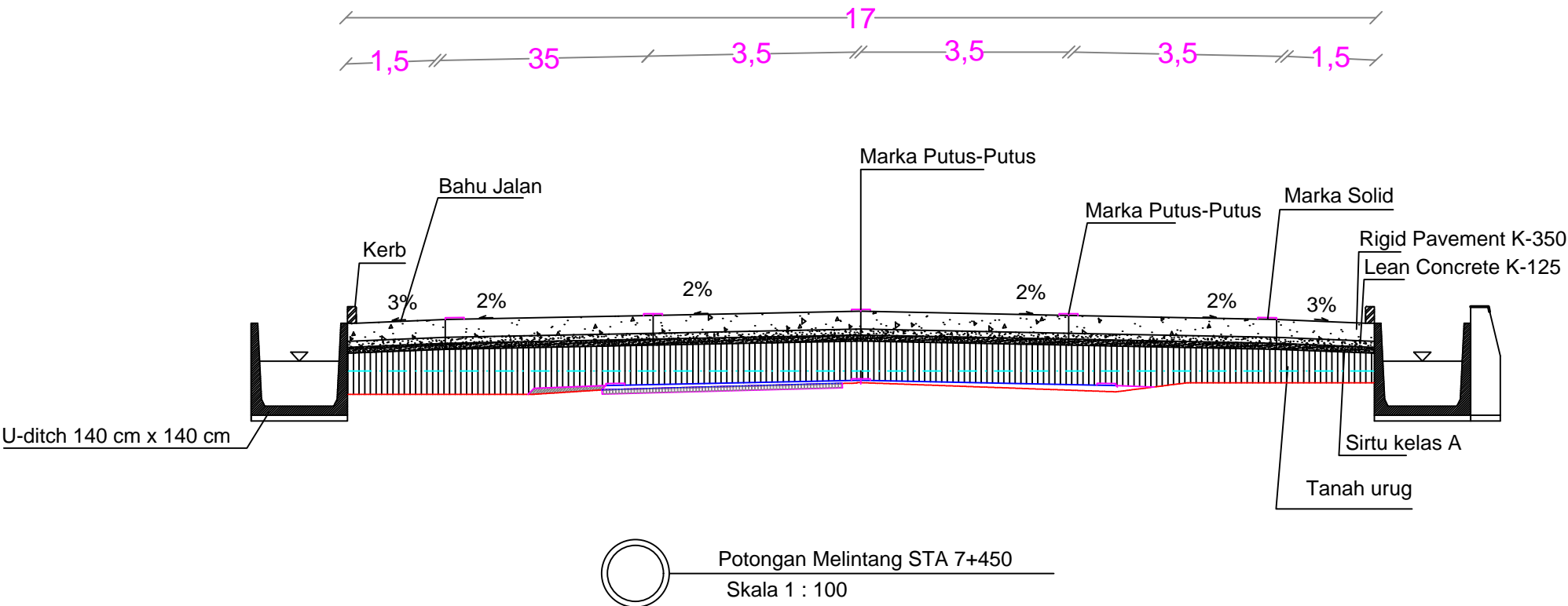
JUDUL GAMBAR

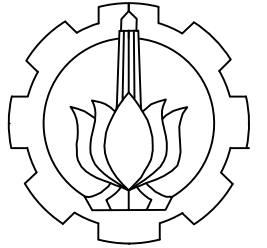
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
42	44





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

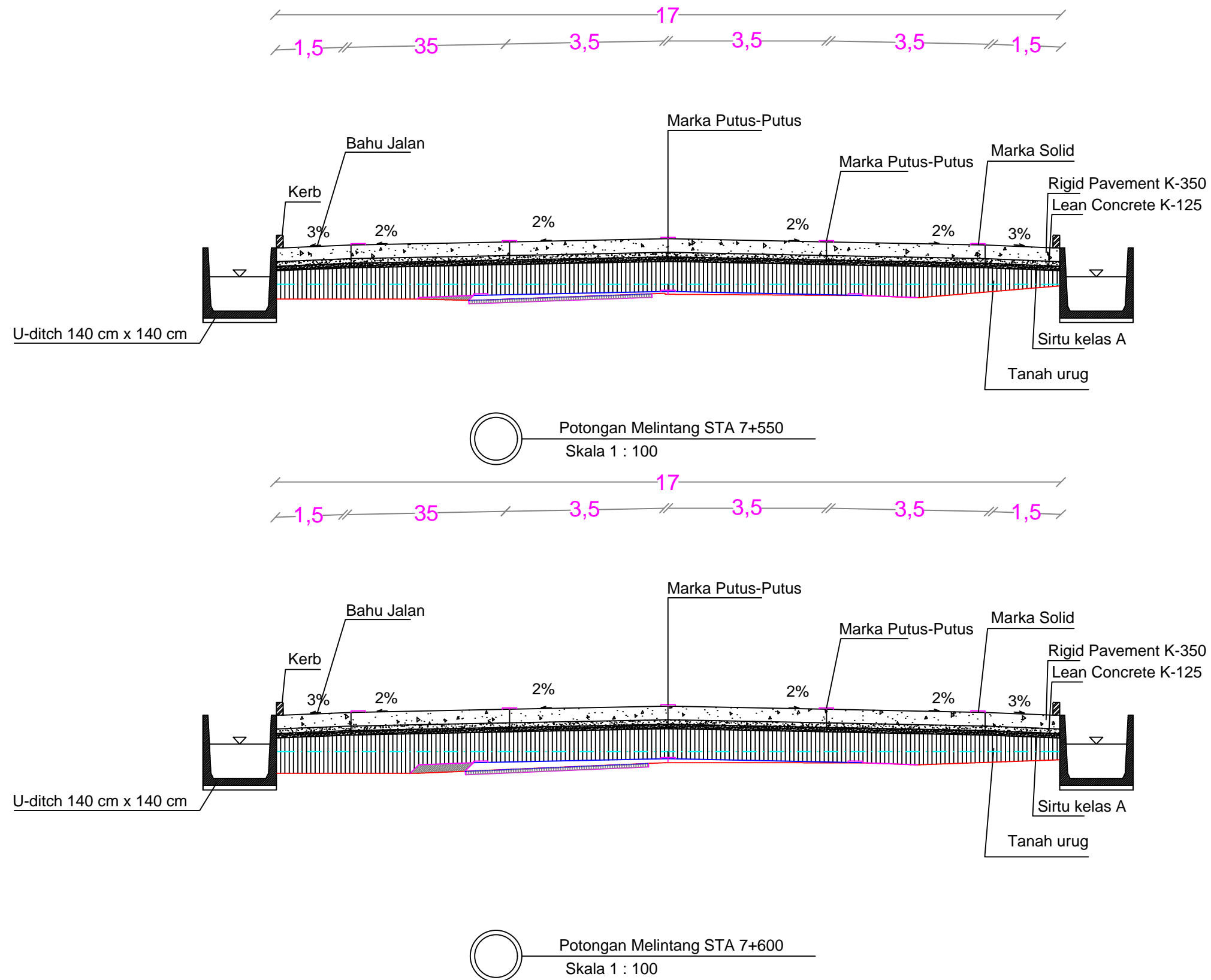
JUDUL GAMBAR

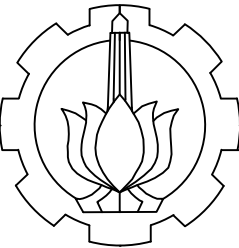
Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
43	44





PROGRAM STUDI  
DIPLOMA 3 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI - ITS

NO	REVISI

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

NAMA MAHASISWA

BAGAS BAMASKA  
10111500000002  
DANAR BERLIANANDO  
10111500000003

NO	JUMLAH
44	44

